

A múlt, a jelen és a jövő fegyverei

HADITECHNIKA

2019/6

LIII. évfolyam 6. szám

Ára 520 Ft

A Magyar Honvédség JAS 39C Gripenje a Šiauliai légibázison





A MAGYAR HONVÉDSÉG MŰSZAKI-TUDOMÁNYOS ÉS ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRATA

2019/6. szám.
LIII. évfolyam

A szerkesztőbizottság elnöke:

Dr. Porkoláb Imre ezredes
(Kormánybiztosi Hivatal)

Elnökhelyettes:

Csinga Mihály ezredes
(MH LK mb. parancsnok)

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Balajti István (NATO)
Dr. Hajdú Ferenc mk. ezredes
(MH MI, NKE, TÚK)
Benkő Imre (HM Currus Zrt.)
Dr. Both Előd csillagász, a MANT elnöke
Dr. Gáspár Tibor ny. vör. (MKLE)
Gecse János ezds. (MH LK)
Dr. Germuska Pál (MNL)
Dr. habil. Gyarmati József alez. (NKE)
Dr. Gyulai Gábor ny. ezds. (NKE KMDI)
Prof. Dr. Ványa László ny. ezds. (NKE KMDI)
Prof. Dr. Haig Zsolt ezds. (NKE)
Prof. Dr. Halász László ezds. (NKE)
Kaposvári László Zoltán ddtbk. (MHP LGCSF)
Prof. Dr. Kende György ny. ezds. (NKE)
Prof. Dr. Kiss Péter (SzIE)
Dr. Koller József ddtbk. (MH 86. SZHB bpk.)
Prof. Dr. Kovács László ddtbk. (MHP HSZ KIB)
Dr. Kovács Vilmos ezds. (HM HIM pk.)
Könczöl Ferenc ezds. (MH 12. ALRE pk.)
Kugler György vez. (HM ArmCom KT ZRT.)
Dr. Németh András örgy. (NKE)
Prof. Dr. Padányi József vör. (NKE tud. rektor helyettes)
Prof. Dr. Pokorádi László (NKE, ÓE)
Dr. Rohács József (BME)
Dr. Ruszin Romulusz ddtbk. (HM Miniszteri Titkárság, MHTT)
Prof. Dr. Solymosi József ny. ezds. (NKE)
Szabó Miklós ny. alez. (HT)
Torma János ügyvezető igazgató (Rába Jármű Kft.)
Varga József

Lektori Bizottság elnöke:

Dr. Keszthelyi Gyula ny. ddtbk.

Főszerkesztő:

Prof. Dr. Turcsányi Károly ny. ezds. (NKE)

Felelős szerkesztő:

Dr. Hegedűs Ernő alez. (NKE, TÚK)

Szerkesztő:

Rojkó Annamária (MH LK, MŰOSZ)

Űrtechnika rovatvezető:

Dürr János Béla MSc (TÚK)

Szerkesztő asszisztens

Ott István Dániel
Rózsáné Drahos Gabriella
Simon Csilla
Walther Terézia
Szabó András (DOI és Facebook adminisztrátor)
Szivák Petra
(DOI és Facebook adminisztrátor, TÚK)

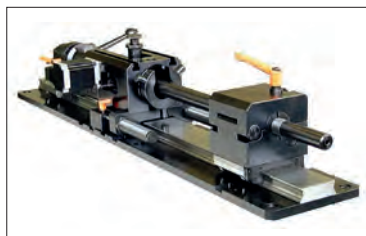
Kiadja

a Honvédelmi Minisztérium
Zrínyi Térképészeti
és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú
Nonprofit Kft.
Székhely: 1087 Budapest,
Kerepesi út 29/B
Telephely: 1024 Budapest,
Szilágyi Erzsébet fasor 7-9.
Postacím: 1276 Budapest 22, Pf. 85
Telefon: 336-2030, Fax: 336-2035

FÓKUSZBAN

Vozsech István: A „Longest
Kill 2017” matematikai
elemzése I. rész

7



Gávay György – Dr. Gyarmati
József: Napjainkban alkalmazott
kerek harcjárművek és
fejlesztésük az elmúlt
évtizedekben I. rész

28



Horváth Attila: Kína
űrfegyverkezési kísérletei
I. rész

35



M. Szabó Miklós: A Kárpát-
csoport repülőcsoportja 1941.
nyári-őszii harcaiból levont
tapasztalatok

63



TANULMÁNYOK

Dr. Németh András – Pápics
Patrik: Mini UAV-rajok
alkalmazásának lehetőségei,
különös tekintettel a katonai
célú igénybevételre II. rész

2

NEMZETKÖZI HADITECHNIKAI SZEMLE

Zsig Zoltán: A Stryker
harcjárműcsalád III. rész 12
Zentay Péter: „Vitézek” a Vörös
téren – Harckocsik és
harckocsi támogatók IV. rész 14
Laczkó Balázs: A szovjet Lira
(NATO-kód: Alfa) osztályú
atom-tengeralattjárók I. rész 21

ŰRTECHNIKA

Dr. Both Előd – Schuminszky
Nándor: A Szozjusz űrhajó
alternatívája II. rész 39

HAZAI TÜKÖR

Zsitnyányi Attila: KOMONDOR –
könnyű páncélvédett
bázisjármű család fejlesztése
Magyarországon I. rész 44
Seller Rudolf – Pető Tamás –
Dudás Levente – Kovács
Levente: Passzív radar I. rész 51
Józsa Dávid: Magyar Gripenek
a Baltikumban 56

HADITECHNIKA-TÖRTÉNET

Somkutas Róbert: A Magyar
Királyi Honvédség páncélozott
eszközökkel felszerelt felderítő
csapatai a Barbarossa
hadművelet során III. rész 58
Farkas Zoltán: Lánctalpas
futóművek VII. rész 67
Tanúsított szervezetek 72
Az ötvenharmadik évfolyam
2019. évi tartalomjegyzéke 74

Olvasószerkesztő: Kádár M. György ■ **Nyomdai előkészítés:** PGL Grafika Bt.

Nyomtatás: HM Zrínyi Nonprofit Kft. ■ **Felelős vezető:** Kulcsár Gábor ügyvezető

A **Haditechnika** kéthavonként nyomtatásban megjelenő folyóirat.

A szerkesztőség postacíme:

Budapest, 1885 Pf.: 25. ■ Telefon: 398-4586 ■ haditechnika@hm.gov.hu.
<https://www.facebook.com/HTfolyoirat/>

INDEX: 25381 ■ ISSN 0230-6891 (Nyomtatott) ■ ISSN 1786-996X (Online)

Dr. Németh András* – Pápics Patrik**

Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre

II. rész

A drónok akár individuális, akár tömeges független, illetve kollektív módon, rajba történő szervezéssel való gyakorlati alkalmazásának legfontosabb szempontja a repülésbiztonság kérdése, azaz hogy a légtér szereplői egymás, az emberi élet és tulajdon biztonságának kockáztatása nélkül legyenek képesek tevékenységük elvégzésére akár egy dinamikus változó környezetben is. Ennek alapja a levegőben történő fizikai érintkezés, az összeütközések elkerülése. Ahhoz, hogy az UAV időben felismerje a veszélyhelyzet kialakulását és eredményesen tudjon reagálni annak elkerülése érdekében, további szenzorok komplex alkalmazására van szükség. Ennek elemei lehetnek optikai, azaz „sztereó-látó” szenzorok, ultrahangos, infravörös és repülési-idő-érzékelők, illetve lézerradarok (LIDAR – Light Detection and Ranging). Az optikai szenzorok az emberi látás elve alapján két egymáshoz képest ismert pozíciójú érzékelőt, digitális kamerát tartalmaznak, amelyek kétdimenziós (2D) képeiből nyert információk alapján matematikai transzformációkkal állítja elő a környezet háromdimenziós (3D) leképezését. A teljes környezet korlátozás nélküli 3D-s megfigyeléséhez minden oldalon szükség lenne egy-egy ilyen sztereó szenzorra, azaz összesen 12 kamerára, de a kereskedelmi forgalomban kapható eszközök általában előre hátra és lefelé irányokban használnak csak ilyeneket, míg az oldalirányú akadályok felderítésére az UAV-okat általában infravörös (IR – Infra Red) érzékelőkkel szerelik fel. Ezek IR adóból és vevőből álló konstrukciók, amelyek működése az IR fény akadályokról való visszaverődésén és annak érzékelésén alapul. A távolságok pontosabb mérésére adóból és vevőből álló ultrahang szenzorokat alkalmaznak, amelyek a kisugárzott nagyfrekvenciás hangimpulzus visszaverődési idejéből az ultrahang terjedési sebességének (~341 m/s) ismeretében határozzák meg a talaj feletti magasságot, vagy a közelben található objektumok távolságát, ezzel kiegészítve a sztereó optikai érzékelők által szolgáltatott információkat. A repülési idő (ToF – Time of Flight) érzékelő kamerája egy lencséből, egy integrált fényforrásból és egy szenzorból áll, amely minden képpontra vonatkozóan képes a mélység és intenzitás információk rögzítésére. A forrás folyamatos vagy impulzusszerű fénnel megvilágítja az előtte lévő térszert, majd az objektumokról visszaverődő fény tulajdonságait vizsgálja. A mért értékek alapján, felvételként létrehoz egyfajta „3D mélységtartomány térképet”, majd az egymást követő képeken bekövetkező változások alapján tudja gyorsan lekövetni környezete változását, szükség esetén ahhoz igazodva módosítani a repülési pályáját. Ha-

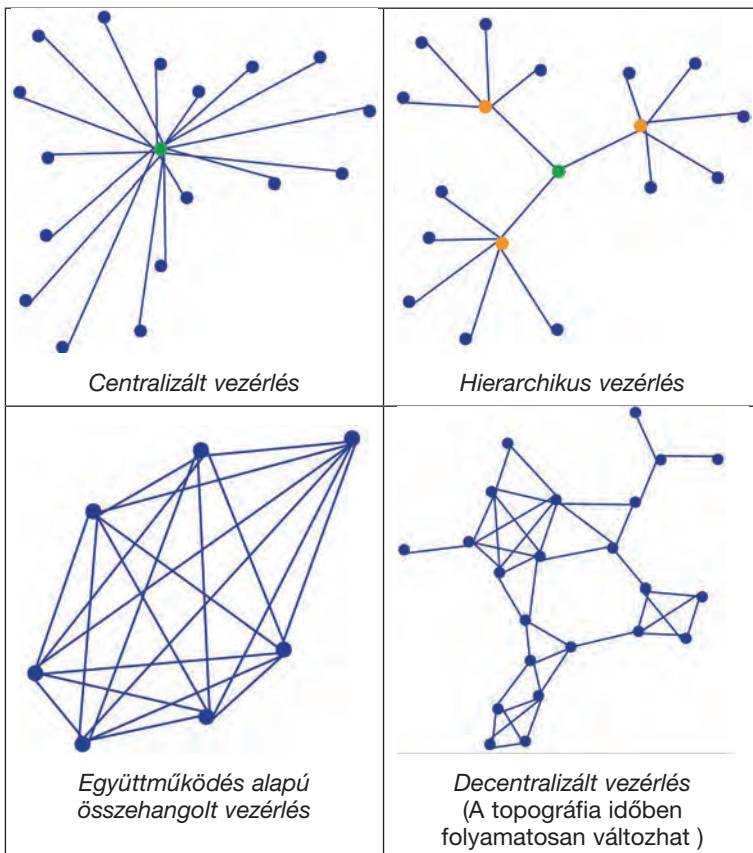
sonló elven működnek a LIDAR-ok is azzal a különbséggel, hogy ezekben a fényforrás lézerimpulzusokat bocsát ki, illetve az érzékelő visszaverődést követően detektálja ezeket [20].

A RAJ IRÁNYÍTÁSÁNAK ÖSSZETEVŐI

Az egyes drónok vezérlési komponensein túl, a kollektív tevékenységek gyakorlati megvalósítása, a rajintelligencia kialakítása újabb műszaki megoldások, különböző algoritmusok alkalmazását teszi szükségessé annak érdekében, hogy az egyedek képességeire támaszkodva a kollektíva komplex feladatok végrehajtására legyen képes. Egy küldetés eredményes végrehajtásának egyik legfontosabb eleme a feladat jellegéhez leginkább illeszkedő vezetési és irányítási modell (C2 – Command and Control) kiválasztása, és adaptációja. Centralizált vezérlés esetén a rajban található egy központi egyed, amely a tagok által számára biztosított információk („nyomok”) értékelése alapján szab feladatot minden SUAV számára. A vezető szereppel járó funkciók megvalósítása lényegesen komplexebb felépítést, nagyobb számítási kapacitást, és bonyolultabb, nagy sávszélességű, szimultán sokcsatornás kommunikációs platformot igényel, mivel a probléma megoldása kizárólag ezen egyed felelőssége. A megoldás előnye az alacsony reakcióidő, a változó környezethez történő gyors, rajszerű alkalmazkodás képessége, míg hátránya a struktúra sérülékenysége, hiszen a központi drón kiesésével a raj nem tudja folytatni feladatát, és az ilyen esetekre alkalmazott „menekülési algoritmusok” hatékonyságának függvényében kisebb, vagy nagyobb valószínűséggel el is vesztethet. Hierarchikus vezérlés esetén a struktúra szigorú alá- vagy fölérendeltségi viszonyban, kisebb részfeladatokra kijelölt csoportokban tevékenykednek az egyedek. Az ilyen, a katonai szervezetek tagozódásához hasonló felépítés mellett működő rajokban a különböző vezetési szinteken, különböző képességekkel rendelkező egyedek végzik az alárendelt tevékenységének vezetését. Ennek a megoldásnak az előnyei és hátrányai is hasonlóak a centralizált vezetéséhez, de azok árnyaltabban jelentkeznek. A teljes kollektivitás elvén működő, együttműködés alapú összehangolt vezérlés esetén minden SUAV kommunikál a hatótávolságán belül található összes többi egyeddel és a döntések „szavazási”, vagy „versengési” („árverési”) eljárások eredményeként születnek. Emiatt az ilyen rajok reakcióideje hosszabb, mint a korábbi struktúrában tevékeny-

* Őrnagy, egyetemi docens, NKE Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Elektronikai Hadviselés Tanszék. ORCID: 0000-0003-2397-189X

** Hadnagy, MH Légi Vezetési és Irányítás Központ. ORCID: 0000-0002-9478-3418

3. ábra. Drónrajok vezérlési megoldásai¹¹

kedőkké, immunitása azonban a kollektív döntéshozatal elvén alapuló feladatmegosztás miatt lényegesen erősebb, így összességében hatékonyabb megoldást jelent. Ugyanakkor a természetben megfigyeltékhez leginkább hasonlós és egyben leghatékonyabb vezetési modell *decentralizált vezérlés* segítségével valósítható meg. A raj ennek segítségével rendelkezhet a legmagasabb szintű adaptációs képességgel és immunitással, hiszen az egyes tagok mindig a hozzájuk térben közeli, saját munkájuk szempontjából releváns egyedekkel folytatnak kommunikációt addig, amíg ez szükséges. Az így kialakuló hálózat jól skálázható, azaz szabadon rendelhető hozzá, illetve vonható ki belőle az egyes elemek. Minden SUAV csak saját közvetlen környezetét monitorozza, és a munkájához szükséges többi információhoz a többiekkel való kommunikáció során fér hozzá [21]. Adott gyakorlati feladathoz optimalizált, legeredményesebb vezetési struktúra a fenti négy modell vegyes alkalmazásával alakítható ki, ami akár feladatvégrehajtás közben is megváltoztatható. Az emberi kontroll ugyanakkor jelenleg egyetlen esetben sem nélkülözhető, legfeljebb a beavatkozás szintje változik. Egy magas autonómiával rendelkező katonai alkalmazás esetén például az operátor csak meghatározza az elérendő (megsemmisítendő) célt, és ez alapján maga a raj határozza meg a szükséges vezetési struktúrát és hajtja végre a küldetést.

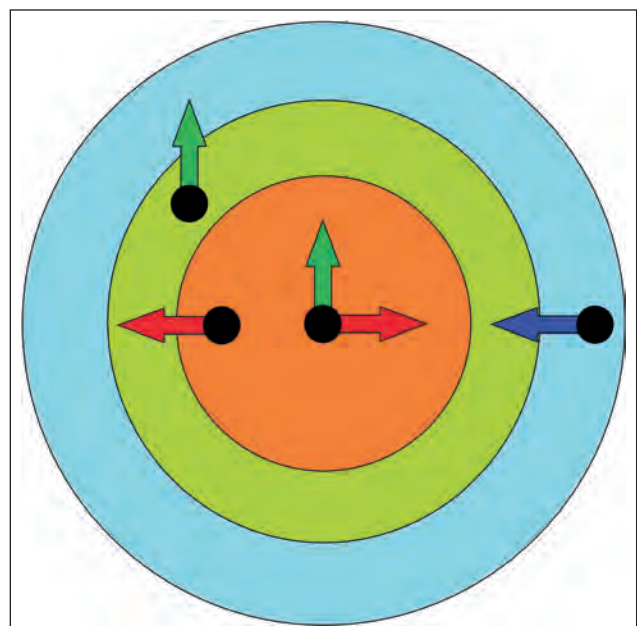
Az egyedek szinkronizált mozgását olyan különböző algoritmusok biztosítják, mint a korábban (HADITECHNIKA 2019/5. szám) bemutatott hangyatelep-optimalizálási eljárás. Ennél lényegesen korszerűbb, ugyanakkor komplexebb megoldás az úgynevezett Flocking algoritmus, amelynek lényege, hogy egyedek viszonylag állandó távolságot tartva egymás között haladjanak azonos sebesség-

gel ugyanabba az irányba. Ennek elérése érdekében minden SUAV körül három zónát alakítanak ki gömbhéjak formájában, bentől kifelé haladva egy „taszítási”, egy „irányillesztési” és egy „vonzási” gyűrű formájában (4. ábra). A külső távolsági zónában található egyedek túl nagy távolságban vannak a szomszédos drónokhoz képest, így nekik haladás közben közeledniük kell (vonzás), a középső gyűrűben elhelyezkedő tagok távolsága megfelelő, így nekik az iránytartás mellett csak a sebességüket kell összehangolni. A belső zónában megjelenő egyedeknek az ütközés elkerülése érdekében távolodniuk kell (taszítás). Ezeket az alapvető szabályokat betartva a drónraj együtt tud mozogni az ütközések veszélye nélkül, akár nagyobb egyszámban is [22][23].

A Flocking algoritmus matematikai leírását a fentiek alapján három egyenlet alkotja. Az ütközések elkerüléséért a *taszító párkölcsönhatást* leíró egyenlet a felelős, amelyben két drón helyvektorának különbsége $d_{ij} = r_i - r_j$, 'D' a rugóállandóhoz hasonló együttható, r_0 pedig a kölcsönhatás hatótávolsága. Az egymáshoz közeli *egyedek sebességét közelíti* a második egyenlet a *belső sűrűlódáshoz*, ahol a C_{frict} a sűrűlódási együttható két vizsgált egyed sebességvektora. Az utolsó összefüggés adott drón preferált sebességét határozza meg ütközésmentes csoportos mozgás esetére, ahol a v_{flock} a raj kívánt sebességét jelenti. Megfelelő megválasztásával lehetséges különböző raj-alakzatok kialakítása. Gyakorlatban az egyedek GNSS vevő segítségével határozzák meg saját

pozíciójukat és sebességüket, majd megosztják azokat azon társaikkal, amelyek hatótávolságukon belül találhatók. A beérkező és a saját mért paraméterek alapján, az algoritmus segítségével az egyedek folyamatosan optimalizálják saját mozgásukat. Az alkalmazott algoritmus független az egyes UAV-k információszerzési módszerétől, azaz, hogy a szomszédos egyedek paramétereire hogyan

4. ábra. Drónrajok vezérlési megoldásai



jut hozzá, így a GNSS rendszeren felül egyéb fedélzeti szenzorok alkalmazásával is elérhető a kívánt eredmény [22][23].

$$v_{ij}^{pot} = \begin{cases} D(|d_{ij}| - r_0) \frac{d_{ij}}{|d_{ij}|}, & \text{ha } |d_{ij}| < r_0 \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases}$$

$$v_{ij}^{frict} = \begin{cases} \frac{v_j - v_i}{|d_{ij}|^2}, & \text{ha } |d_{ij}| > 1 \text{ m} \\ v_j - v_i, & \text{egyébként} \end{cases}$$

$$v_i^{pref} = \sum_{j=1, j \neq i}^N (v_{ij}^{pot} + v_{ij}^{frict}) + \frac{v_i}{|v_i|} v_{flock}$$

A fentihez hasonló, különböző funkciókat megvalósító matematikai algoritmusok kombinált alkalmazásával különböző rajban történő komplex mozgásformák, illetve tevékenységek is kivitelezhetők, illetve végrehajthatók. A továbbiakban a pilóta nélküli légijárművek rajba történő szervezésében rejlő lehetőségeket mutatjuk be, azok potenciális felhasználási területein keresztül.

MINI, PILÓTA NÉLKÜLI LÉGIJÁRMŰ RAJOK ÁLTALÁNOS FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI

A pilóta nélküli légi eszközökhöz kapcsolódó technológiai rohamos fejlődésének köszönhetően a 21. században már csak idő kérdése volt, hogy a drónok mikor jelennek meg a polgári kereskedelmi forgalomban is. Ehhez az UAV-k árának csökkenésére is szükség volt, de igazán nagy lendületet az Amazon vezérgazgatójának 2013-as bejelentése adott a folyamatnak, amely szerint cége kereskedelmi célú drónokat fog használni a náluk vásárolt termékek kiszállítására. Bár igazán nagy áttörés azóta sem következett be ezen a területen, ettől kezdve a polgári célú felhasználásra szánt UAV-k piaca dinamikusan növekszik. Egyes becslések szerint 2020-ig a kereskedelmi drónok forgalmában

19%-os növekedésre lehet számítani, míg az egyébként domináns katonai felhasználások esetén csak 5%-os éves bővülés várható [24][25].

Ezzel a folyamattal párhuzamosan a drónok tudományos beágyazottsága is jelentősen megnövekedett a műszaki és társadalomtudományok területén egyaránt, aminek köszönhetően újabb alkalmazási területek kutatása indult meg. Ennek egyik igen fontos és perspektivikus területét a pilóta nélküli eszközök rajba történő szervezésének műszaki aspektusai, és a drónrajok gyakorlati alkalmazási lehetőségeinek kutatása jelenti [26]. A következő nagy előrelépést tehát várhatóan a pilóta nélküli légijármű rajok kereskedelmi alkalmazásokban történő megjelenése fogja jelenteni. Bár ezek előfutáraként már napjainkban is találkozhatunk különböző látványos „drón show”-kkal, a technológia még messze nem tekinthető kiforrottak. A következőkben a mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségeit a teljesség igénye nélkül mutatjuk be, elsősorban a polgári kereskedelmi, a rendvédelmi és a katasztrófavédelmi területeken.

KATASZTRÓFAVÉDELEM

A mini UAV-rajok egyik potenciális alkalmazási területe a katasztrófavédelmi feladatokat ellátó szervezetek tevékenységének támogatása lehet, akár kutató-mentő, akár kár- vagy állapotfelmérési, illetve tűzfelderítési feladatok végrehajtása során. Segítségükkel az emberi élet és egészség kockázatát nélkül lehetséges veszélyes, vagy más módon megközelíthetetlen területek átvizsgálása, helyszíni mintavételezés, továbbá vegyi, biológiai, illetve nukleáris szennyezéssel járó balesetek, ipari katasztrófák következtében a környezetbe kiszabaduló veszélyes gőzök, gázok, folyadékok területi koncentrációjának és terjedési viszonyainak folyamatos nyomon követése. Tömeges alkalmazásuk lehetővé teszi például különböző árvízvédelmi létesítmények, műtárgyak, töltések, gátak állapotának gyors és hatékony felmérését, az általuk akár valós időben szol-

5. ábra. Katasztrófák esetén rajban alkalmazható szállító és kutató UAV-k¹²





6. ábra. 3D-s térkép egy objektumról és a környező területről¹³

gáltatott fényképekből fotogrammetriai, valamint – a pontosság növelése érdekében – szükség esetén egyéb kiegészítő eljárásokkal (pl. LIDAR) felépített 3 dimenziós (3D) modellen a változások folyamatos követését.

Nagyobb kiterjedésű, súlyosabb következményekkel járó katasztrófák (pl. földrengés, szökőár, hurrikán) bekövetkezése esetén az érintett terület közlekedési infrastruktúrája is jelentősen sérülhet, ami által elszigetelt területek alakulhatnak ki. Az SUAV-rajok kollektív intelligenciájának és fejlett ütközés-elkerülési mechanizmusainak köszönhetően akár a felszínhez közel is végezhetnek különböző tevékenységeket, mivel mozgási tartományukat nem, vagy csak csekély mértékben korlátozzák a kialakult akadályok. Kutató-mentő feladatok elvégzése során a raj egyedszámának növelésével arányosan csökken az átvizsgáláshoz szükséges idő, miközben kis méretűkből adódóan olyan elzárt helyekre, esetleg rongálódott épületekbe is képesek társaik segítségével biztonságosan bejutni, ahova egy hagyományos UAV-val ez nem lehetséges. Az egyes drónokra ugyanakkor kamerák helyett, illetve mellett olyan szenzorok is felhelyezhetők, amelyek az optikain kívül akár az infravörös (IR), vagy az akusztikus tartományban is képesek felderítést végezni, például túlélők után kutatva. Alkalmazásukkal ugyanakkor arra is lehetőség nyílik, hogy mikrofonok és hangszórók segítségével kétirányú kommunikációs csatornát alakítsunk ki akár egy mozgásképtelen, de eszméletlenül lévő sérült, illetve a mentésért felelős szakemberek között. E rendszeren keresztül az áldozat pontosabb leírást adhat saját, illetve a környezetében tartózkodók állapotáról, helyzetéről, ami segítheti a mentési feladatok megtervezését, illetve tanácsokat és lelki segítségnyújtást is kaphat, ami növeli túlélési esélyeit. Ezen felül olyan gyógyszerkészítmények (pl. fájdalomcsillapítók, vércsökkentők, fertőtlenítők), illetve eszközök (pl. vágóeszközök, kötszerek, érszorítók, egy gyors egészségügyi felméréshez szükséges műszerek), továbbá nagy tápanyag- és energia-tartalmú koncentrált élelmiszerkészítmények és folyadékok is rövid időn belül bejuttathatók az elzárt területekre közvetlenül a sérültekhez, amelyekkel szintén jelentősen növelhető a túlélés valószínűsége a mentőcsapatok megérkezéséig.

Jelenleg is számos kutatás zajlik a mini UAV-rajok eszközzel és alkalmazási lehetőségeivel kapcsolatban, amelyek közül példaként egy olyan megoldást emelünk ki, ahol a raj egyedeinek helyszínre történő szállítását

egy nagyobb méretű pilóta nélküli légi jármű végzi [27], ami a helyszínen bocsátja ki a kisebb egyedeket, így azok hasznos – a tényleges feladatvégrehajtásra fordítható – repülési ideje megnövekszik. Egy ilyen rendszer elemei láthatók az 5. ábrán.

HELYSZÍNEK FELTÉRKEPÉZÉSE

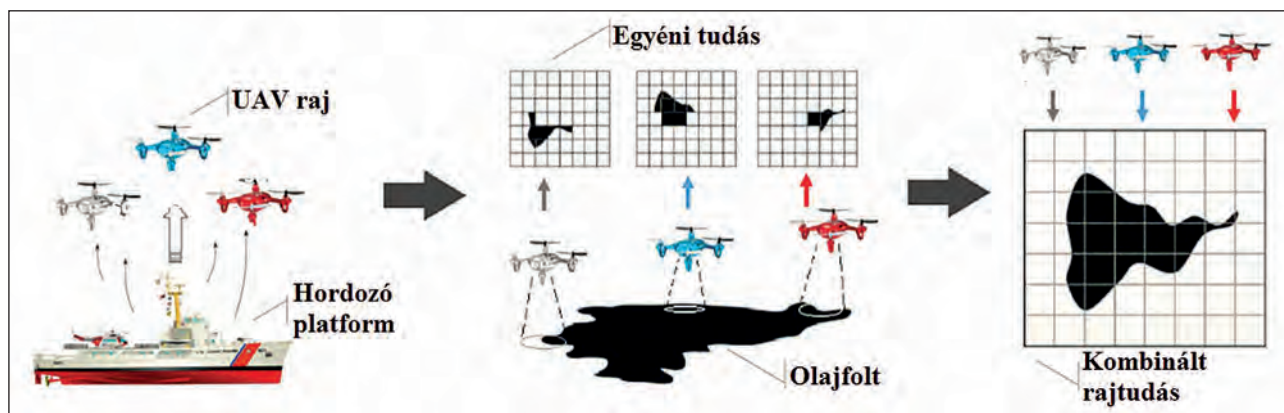
Az árvízvédelmi létesítmények felmérésénél említett eljárás természetesen más területeken is hatékonyan alkalmazható, így mini, pilóta nélküli légi jármű rajokat felhasználhatunk térképészeti célokra a földfelszín, illetve a vizsgált helyszínek 3D modelljének előállítására.

A megoldás előnye a hagyományos felmérési eljárásokkal szemben, hogy megfelelő feldolgozó számítási kapacitás és egyedszám esetén, akár kvázi valós idejű 3D térkép, illetve helyszínrajz kapható, amire a 6. ábrán láthatunk egy példát. Az így nyert platform hatékonyan alkalmazható akár különböző objektumok védelmének kialakítása, vagy katonai műveletek tervezése során, illetve harcvezetés esetén a parancsnokok munkájának támogatására. Magas frissítési szekvencia használata mellett például közel valós időben detektálható egy-egy illetéktelen behatoló, és követhető tevékenysége a biztonsági szolgálat kiérkezéséig, vagy követhetők a harctéren zajló események, ami lehetőséget teremt a körülmények akár gyors megváltozása esetén is az időben történő reagálásra. Ennek alapvető feltétele tehát olyan nagy egyedszámú drónraj alkalmazása, amelyek egyidejűleg több szögből biztosítják a kitakarásmentes rálátást a terület minden pontjára [28]. Természetesen ez a megoldás számos más területen is felhasználható akár a mentésirányítás, vagy – nem feltétlenül valós idejű alkalmazás esetén – bánya-, erdő-, hulladékgazdálkodás, vagy település- és infrastruktúra felmérés, illetve fejlesztés feladatainak támogatása során.

KÖRNYEZETVÉDELEM

A katasztrófavédelmi feladatok támogatása során felhasználható megoldásokhoz hasonló alkalmazási lehetőségek is felmerülnek a környezetvédelem területén. Napjaink egyik fő energiahordozója a kőolaj, amelynek felhasználóhoz történő eljuttatása számos veszélyt rejt magában.





7. ábra. Olajjal szennyezett terület meghatározása UAV-raj alkalmazásával¹⁴

A szállításra használt vezetékek meghibásodása, továbbá valamilyen emberi mulasztás, vagy természeti katasztrófa hatására, illetve egy tanker (hajó) balesete, elsüllyedése esetén kiömlő kőolaj súlyos következményekkel járhat, esetenként ökológiai katasztrófával is fenyegethet. A káros hatások csökkenthetők, ha a lehető legrövidebb időn belül minden szükséges információ a hatóságok rendelkezésére áll a szakszerű mentesítés időben történő megkezdéséhez. Elsődleges feladatként a kiömlött olajfolt kiterjedését kell meghatározni, pontosan lokalizálni, illetve mozgásának irányait és dinamikáját folyamatosan nyomon követni, továbbá a kritikus, elsődlegesen megóvandó területeket beazonosítani és megfigyelni, amire a UAV-rajok hatékony megoldást kínálnak. Ezek a levegőből az egyedszámmal arányosan növekedő területeket képesek rövid idő alatt átvizsgálni, és az állapotokat pontosan rögzíteni. Az eljárás során a felbocsájtott drónok egyenként kisebb területeket vizsgálnak meg, amely során meghatározzák, hogy alattuk víz, olaj, vagy a kettő határvonala található-e. Ezt az információt azonnal továbbítják egymásnak annak érdekében, hogy a teljes terület vizsgálata során csökkentsék a redundanciát, optimalizálják a feladat végrehajtását. Az áramló adatmennyiség csökkentése érdekében célszerű a raj tevékenységét irányító algoritmusokat úgy kialakítani, hogy az észlelt olajjal szennyezett szakasszal szomszédos, olajfolt közepe felé elhelyezkedő területekről a drónok automatikusan feltételezzék, hogy az szintén olajjal szennyezett, és az első felmérést követően már csak a folt szélénél elhelyezkedő szegmensekben az állapot megváltozásával összefüggő adatokat továbbítsák. A raj egyes tagjai által felderített területek adatainak fúziójával kapható meg az olajjal szennyezett felület teljes kiterjedése, ahogyan az a 7. ábrán is látható. Ennek ismeretében már hatékonyan elvégezhető a munkálatok megtervezése és irányítása [29].

Természetesen a környezetvédelmi tevékenységek teljes rendszerében is még számtalan más alkalmazási lehetőség kínálkozik, mint például a nemzeti parkok területének felügyelete, az orvvadászat elleni harc, vagy a veszélyeztetett állatfajok vándorlásának követése.

(Folytatjuk)

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [20] Corrigan, Fintan. „Top Collision Avoidance Drones And Obstacle Detection Explained” Letöltve: 2018.04.08. <https://www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/top-drones-with-obstacle-detection-collision-avoidance-sensors-explained/>;

- [21] Scharre, Paul. *Robotics on the Battlefield Part II: The coming swarm*, Új Amerikai Biztonsági Központ, Washington, 2014, p. 38–41., Letöltve: 2018.04.10. https://www.files.ethz.ch/isn/184587/CNAS_TheComingSwarm_Scharre.pdf;
- [22] Virágh Csaba, Vásárhelyi Gábor, Vicsek Tamás. „Csoportos mozgás drónokkal”, *Természet Világa* 145 (2014) p. 243., Letöltve: 2018.04.10. <https://hal.elte.hu/flocking/browser/trunk/public/references/varashelyi/viragh2014csoportos.pdf?format=raw>;
- [23] Virágh Csaba, Vásárhelyi Gábor, Tarcai Norbert, Szörényi Tamás, Somorjai Gergő, Nepusz Tamás, Vicsek Tamás. „Flocking algorithm for autonomous flying robots,” *Bioinspiráció és Biomimetika* 9 (2014) p. 3–5. Letöltve: 2018.04.10. [https://doi.org/10.1088/1748-3182/9/4/049501](https://hal.elte.hu/flocking/browser/trunk/public/references/varashelyi/viragh2014flocking.pdf?format=raw);
- [24] „Amazon Prime Air” Letöltve: 2019.09.16. <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?node=8037720011>;
- [25] Desjardins, Jeff. „The Emergence of Commercial Drones” Letöltve: 2018.03.27. <http://www.visualcapitalist.com/emergence-commercial-drones/>;
- [26] Németh András. „Technical Dimensions of the Development of Unmanned Aerial Systems and Their Impact on Public Service Uses”, *AARMS* 17/ no. 3. (2018): pp.149–163. Letöltve: 2019.02.14. https://folyoiratok.uni-nke.hu/document/nkeszolgaltato-uni-nke-hu/10_Nemeth_AARMS_2018_03%20online.pdf;
- [27] „Inside Ames: Drone Swarms for disaster response” Letöltve: 2018.04.02. <https://www.youtube.com/watch?v=ka2tOr4wiAE>;
- [28] Schroth, Frank. „From Insitu: A Swarm of Solos for Autonomous Mapping Missions,” Letöltve: 2018.04.05. <https://dronelife.com/2017/08/21/insitu-swarm-solos-autonomous-mapping-missions/>;
- [29] Potter, Grove. „Coming soon: Oil spill-mappig swarms of flying drones.” Letöltve: 2018.04.10. <http://www.buffalo.edu/news/releases/2017/02/034.html>.

JEGYZETEK

- 11 [21] p. 39.
 12 https://images.techhive.com/images/article/2015/08/wtu_082415_disasterdrones-100609837-orig.jpg, letöltés ideje: 2018.04.02.
 13 <http://www.easternuas.com/wp-content/uploads/2018/01/3D-Mapping-images-2.png>, letöltés ideje: 2018.04.05.
 14 Szerzői szerkesztés <http://nrm.dfg.ca.gov/FileHandler.ashx?DocumentID=166020> alapján, szerkesztés ideje: 2019.10.21.

Vozsech István*

A „Longest Kill 2017” matematikai elemzése

I. rész

BEVEZETÉS

A Haditechnika folyóirat 2018/5. számában jelent meg dr. Földi Ferenc (PhD) és dr. Piroska György (PhD) „Longest Kill 2017” igazságügyi fegyverszakértői értékelése című tanulmánya [1]. A cikk egy 3540 méteres távlövést elemez, pontosabban vizsgálja annak a műszaki feltételrendszerét, reprodukálhatóságát. A tanulmány részletesen ismerteti a nagy távolságú lövések során felmerülő problémákat, zavaró tényezőket, valamint a paraméterek, kezdeti és végértékek nem pontos ismeretéből adódó találati valószínűség csökkenését. A tanulmány hatására fogalmazódott meg bennem a gondolat, hogy a 3540 méteres távlövés valószínűségi elemzését elvégezzem, és a „lőfeladat” sikeres végrehajthatóságára matematikai alapokon nyugvó előrejelzést adjak.

Az elkövetkezőkben kísérletet teszek matematikai módszerekkel, egzakt módon meghatározni a történet szerinti találat bekövetkeztének valószínűségét, de nem tárgyalva azt, hogy a sikeres távlövés ténylegesen bekövetkezett-e.

CÉLKITÚZÁS

A találat valószínűségét 3540 méteres lőtávolságon, idealizált kezdeti és végérték, valamint paraméterek mellett kívánjuk megadni. Megadjuk továbbá a méréssel meghatározott paraméterek, valamint a beállított kezdeti és a szintén mért végérték – céltávolság – bizonytalanságából adódó valószínűségi függvényeket, ezzel kiterjesztve és számíthatóvá téve a találati valószínűséget az idealizált állapot megfelelően kicsiny környezetében. Mindezt úgy végezzük el, hogy a lövés helyett egy közel ideális fegyverbefogó szerkezetet feltételezünk, amelynek ismétlődéséből adódó véletlen, valamint állandó hibái zérus értékűek.

A „PONTOSÁG” MEGÍTÉLÉSÉNEK KÉRDÉSE, STANDARDIZÁLÁSA

Egy adott fegyver, vagy fegyverrendszer pontosságának megítélésénél többféle mérőszám közül választhatunk, amelyek egymásba átszámaztathatók, mert összefüggnek. Közös jellemzőjük, hogy lövéssel felvett értékekből képeződnek le, valamely a valóságot jó közelítéssel leíró

matematikai modell segítségével. Ezen modellek mindegyikéről kijelenthető, hogy matematikai összefüggéseik valószínűségi függvények, és a modellek minden esetben tartalmaznak elhanyagolásokat, egyszerűsítéseket a valós viszonyok leképezésekor. (A későbbiekben az általunk használt modellt és összefüggéseit kireszletezzük.) Amennyiben azonban a pontosság kérdését valószínűségi alapokon vizsgáljuk, úgy be kell lássuk azt a szükségszerűséget, amely szerint biztos találat, azaz pontos lövés nem létezik, legfeljebb a teljes eseménytérben, de legalábbis annak egy megfelelően nagy valószínűségi szint melletti lekorlátozásában. Ilyen megfontolások alapján, viszont meglehetősen kíváncsi mutatkozik a „pontos” kifejezés elkerülése, mert az legfőképpen a „sok, kevés, kicsi, nagy” családjába sorolható, és eredeti célunkkal – amely szerint a találat, azaz a kedvező esemény bekövetkeztét kívánjuk számszerűsíteni – ellentétes.

A fenti gondolatmenet alapján a rendszer jóságára, löszabotosságára, „pontosságára” a szórászt vehetjük mértékadónak, ezzel a valószínűségi függvényeket jól jellemezve, egy adott lőtávolságon koordinátatengelyenként egy darab mérőszámmal. Kiszámításának és értelmezésének módját az elkövetkezőkben tárgyaljuk. A rendszer szórásjellemezőit ezek után természetesen megadhatjuk a gyakorlatban elfogadott és járatosabb MOA értékben is, amely bizonyos elhanyagolások esetében – lásd később –, már a lőtávolságtól függetlenül szolgáltató számunkra koordinátatengelyenként egy darab mérőszámot.

MODELLÁLLÍTÁS – IDEALIZÁLT VALÓSÁG

Célunk eléréséhez külbalsztikai és valószínűségi számításokat hajtunk végre, amelyek első lépéseként modelleket állítunk fel, mégpedig szükségképpen kettőt, egy ballisztikait és egy valószínűségi. (Az általunk használt koordináta rendszer jobbsodrású, x a gravitációs erőter vektorára merőleges és a lövés irányába mutat, y a gravitációs erőter vektorával párhuzamos és ellentétes értelmű [1. ábra]).

A ballisztikai modell és főbb egyszerűsítései:

- Az erőter parallel, a Föld lapos.
- A tér konzervatív, divergencia és rotáció mentes.
- Az atmosféra stabil és nyugalmi, semmilyen szélhatás nincs.

ÖSSZEFOGLALÁS: A cikk a Haditechnika folyóirat 2018/5. számában jelent meg A „Longest Kill 2017” igazságügyi fegyverszakértői értékelése című tanulmányban ismertetett távlövés valószínűségi elemzésével foglalkozik.

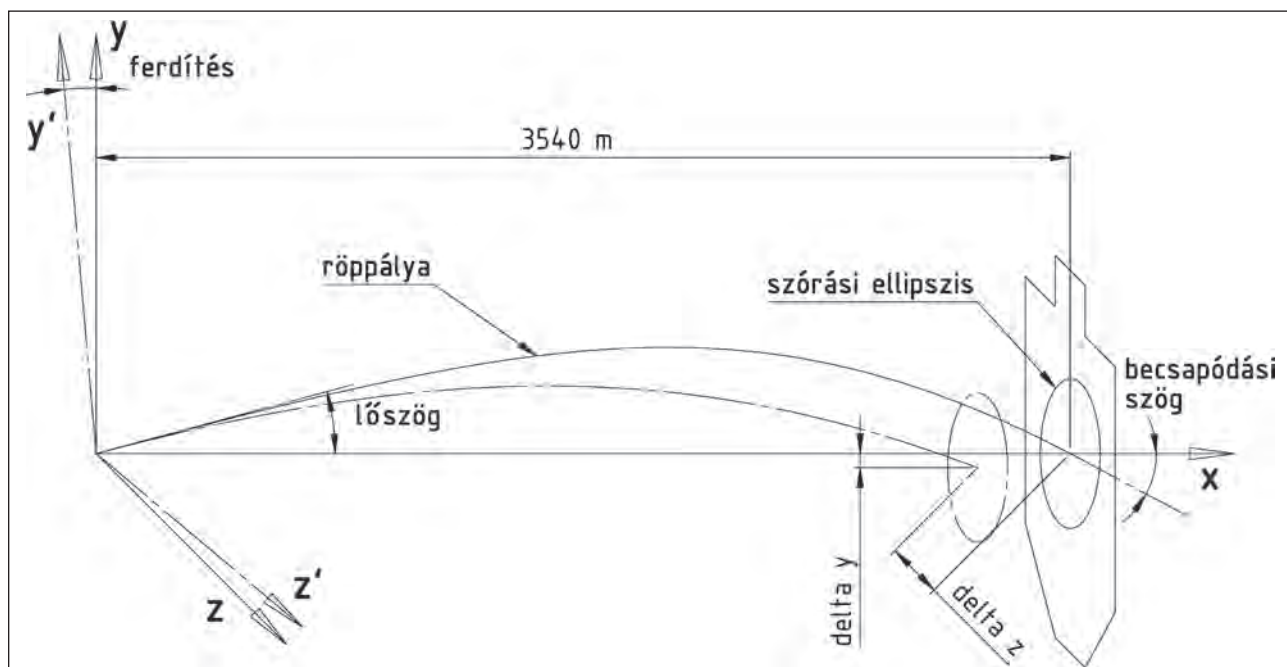
KULCSSZAVAK: távlövés, mesterlövész puska, mesterlövész töltény, valószínűség, találati valószínűség, konvolúció, mérési bizonytalanság.

ABSTRACT: The article deals with the probabilistic analysis of the long shot described in the study titled *The forensic weapons expert evaluation of the „Longest Kill 2017”*, published by dr. Földi Ferenc and dr. Piroska György in the periodical Haditechnika Number 5 in 2018.

KEY WORDS: long shot, sniper rifle, sniper rifle cartridge, probability, hit probability, convolution, measurement uncertainty

* ORCID: 0000-0001-9818-7755





1. ábra. A modell koordináta-rendszere (a szerző saját szerkesztése)

- Az atmoszféra intenzív állapotjelzői ismertek, és a lőirány mentén állandóak.
- A lövedék pontszerű testként mozog a röppályán, a légerők a pontszerű testen hatnak, nyomatékuk zérus.
- A lövedék Magnuss- és Kármán-effektusok miatti oldalgalgását elhanyagoljuk.
- A fegyver irányzékának szögtájolása tökéletes, azaz az irányzék függőleges mozgatása az xy síkban értelmezett.

A valószínűségi modell és főbb egyszerűsítései:

- Az egyedi hibák vagy z vagy y irányban hatnak, keresztteffektusok és függőségek közöttük nincsenek.
- A lőszer egyedi eltéréseiből származó hibák z és y irányú véletlen eltéréseket okoznak. Tapasztalatok alapján az y irányba ható változók száma és összegzett hatása is nagyobb, ezért az y irányú eredő szórás is nagyobb.
- A fegyver – csövének lengése által – z és y irányú egyedi hibákat okoz. (A fegyver lengéseinek jelentősebb gerjesztőforrásai a csőfurat átmérőjének inhomogenitása a hossz mentén, a csőfurat hengerességi hibája, töltényűr-átmeneti kúp-csőfurat egytengelyűségi hibája, a cső nyugalmi inhomogén mechanikai feszültségi állapota.)
- A z és y irányú eltérések összege jól közelítően GAUSS-eloszlást mutat, az eseménytér $[-4\sigma \dots 4\sigma]$ tartományában (99,97% lefedettségi szint).
- Mind a z, mind az y irányú szórások egy adott lőtávolság esetén fellépő szórásokból más lőtávolságra homogén lineáris formulával számíthatók, azaz szórásértékekre igaz az

$$s_i = \frac{x_i}{x_{\text{mérés}}} s_{\text{mérés}} \text{ egyenlet,} \quad (1)$$

ahol a *mérés index* a méréssel meghatározott szórásértékhez tartozó lőtávolságra utal, $x_{\text{mérés}}$ pedig a mérési lőtávolság. (A rendszer tehát z és y irányban is jellemezhető MOA értékekkel.)

- A fegyver magassági irányzásának szögtájolása nem tökéletes – a magassági irányzás síkja az xy síkkal nem

esik egybe –, hibája valószínűségi változó. A TKP-ra gyakorolt y irányú hatását elhanyagoljuk, csak a z irányú komponensével számolunk (1. ábra).

- Figyelembe vesszük a magassági és az oldalirányzási hibákat, amelyeket a befogószerkezetünk véges beállítási pontossága eredményez. Feltételezzük, hogy a beállítási pontosságon belül felvett valós érték, egyenletes eloszlással jellemezhető.
- Minden egyéb bizonytalanság hatása a TKP-ra y irányba értelmezett.

A fentieket figyelembe véve, szorítkozván itt szigorúan csak a lőszer eltéréseire, vizsgáljuk meg azoknak, a csak várható értékükkel és szórásukkal jellemezhető mennyiségeknek az elemenkénti hatását a röppályára, amelyek az egyedi röppályák kialakulásánál komolyabb jelentőséggel bírnak. Ezeknek a mennyiségeknek a szórásai, egyedi ingadozásai a gyártási folyamat törvényszerű egyenletlenségeiből adódnak, amelyek közül a legfontosabbak rendre a következők:

- lövedéktömeg;
- lőportöltet-tömeg;
- hüvely belső térfogata;
- lövedék beültetési mélysége;
- lövedék hüvelyből való kihúzási ereje;
- lövedék átmérője;
- lövedékköpeny falvastagság-különbsége a kerület mentén;
- lőportöltet inhomogenitása.

Tekintsük át a fentiek hatásait részletesebben úgy belső, mint külső ballisztikai szempontból.

Lövedéktömeg:

Növekedése esetén jól szerkesztett lőszer esetében – bár a maximális gáznyomás és a gáznyomásgörbe munkaterülete, valamint a lövés hatásfoka is növekszik –, a lövedék kezdősebessége csökken, ezáltal a röppálya rövidül, azaz Δy negatív előjelű. Ezen túlmenően, nagyobb lövedéktömeg esetén, a megnövekvő fajlagos keresztmetszeti terhelés miatt, a lövedékre ható légerők kisebb mértékben lassítják azt a pályája mentén, amely ellentétes hatását az előzővel, bár hatása kisebb.

Lőportöltet-tömeg:

Növekedése esetén a maximális gáznyomás és a gáznyomásgörbe munkaterülete növekszik, ezért a lövedék kezdősebessége is növekszik, ezáltal a röppálya hosszabbodik, azaz Δy pozitív előjelű.

Hüvely belső térfogata:

Növekedése esetén a gáznyomásgörbe kezdeti statikus szakasza elnyújtottabbá válik, a gyújtás bizonytalanabb lesz. Komolyabb hatása a lövedék kezdősebességére van, mivel számértéke a belballisztikai gáznyomássegíylet nevezőjében szerepel, ezért belátható, hogy növekedésével a maximális gáznyomásérték és a gáznyomásgörbe munkaterülete csökken, azaz a lövés termikus hatásfoka romlik. Ebből következően a lövedék kezdősebessége is csökken, ezáltal a röppálya rövidül, azaz Δy negatív előjelű.

Lövedék beültetési mélysége:

Gyakorlatilag a hüvely kezdeti belső térfogatát csökkenti, a gyújtásra nézve az előzőben leírtak szerint hat. Ezenkívül a túl mélyen ültetett lövedék forgásmentes úthossza növekszik, ezáltal a lövedék huzagokba történő besajtolódása ütésszerű. A lövedék tehát az átmeneti kúpba nem zérus sebességgel kezd bepréselődni, ami további két bizonytalanságot eredményez. Egyrészt a nagyobb alakváltozási sebesség miatt a lövedék anyaga ridegebben viselkedik, így annak besajtolódási munkája megnő, tehát a lövedéket gyorsító munka kisebb lesz. Másrészt a szűkségképpen nem teljesen koncentrikus és egyben dinamikusabb besajtolódás miatt a lövedék geometriája torzul. A torzult geometria miatt a lövedék hosszirányú sajáttengelye el fog térni a forgástengelytől, ezért a fogó lövedék nutációs szöge növekszik. Ezek a hatások nehezen megjósolható z és y irányú eltéréseket okoznak.

Lövedék hüvelyből való kihúzási ereje:

Csökkenése esetén az égés időben elnyújtottabbá és bizonytalanabbá válik, a bizonytalan begyújtás miatt. A lövedék kezdősebességét kis mértékben csökkenti, ezáltal a röppálya rövidül, azaz Δy negatív előjelű. Továbbá elégtelen kihúzóerő estében előáll az a jelenség, amely szerint a hüvelyszájából könnyen meginduló és felgyorsuló lövedék az átmeneti kúphoz érve megáll, vagy igen jelentősen lelassul, amely hatására geometriája torzul, illetve nem kívánatos nyomáslengéseket gerjeszt. Összességében hatása nehezen számítható, de jó minőségű lőszer esetén a kihúzóerő értéke egyenletes, ezért az általa okozott bizonytalanság is csekély.

Lövedék átmérője:

Növekedése esetén növekszik a besajtolódás erőszükséglete, valamint a lövedék és csőfal közötti súrlódás. A kezdeti gázfejlesztést felgyorsítja, amely akár veszélyes mértékben is megnövelheti a maximális gáznyomást. A gáznyomásgörbe alatti terület növekszik, ezért a lövésünk termikus hatásfoka javul, így a lövedék kilépő sebessége is nagyobb lesz. Ezt a hatását némileg ellensúlyozza a megnövekedő súrlódási munka. A nagyobb kezdősebesség hatására a röppálya megnyúlik, azaz Δy pozitív előjelű.

Lövedék-falvastagság inhomogenitása:

Összetett lövedék esetén – tombak köpeny, ólom mag –, belátható, hogy a lövedék saját tengelyei el fognak térni a forgástengellyel meghatározott triédertől, ennek következménye, hogy a fogó lövedék nutációs szöge megnövekszik. A megnövekvő nutációs szög hatására z és y irányú eltérések keletkeznek.

Lőportöltet inhomogenitása:

Döntő mértékben a lőszergyártási technológiára vezethető vissza. A lőportöltet betöltését a hüvelytérbe általában rezgő adagolással valósítják meg. A betöltést megelőzően a rezgő adagoló egy előre beállított térrészbe juttatja a ki-

vánt térfogatú lőport, azonban ezen műszaki megoldás mindenképpen inhomogenitást generál a gyártásban lévő lőszertételen belül. Mindez az egyedi lőporszemcsék eltérő geometriai méretei miatt van, amely kizárólag a lőporgyártási technológiára vezethető vissza. (Az eltérő geometriai méretek a gyártási méretszórás miatt keletkeznek. A geometriai méretek szórásán kívül a geometriai alak szórását is meg kell említeni, amely szintén a lőporgyártási technológiákra vezethető vissza.) A betöltés során a lőport egy kisebb – pár kg lőpor befogadására képes – tartályban helyezik el, amelyet a felboltozódás elkerülése, és az azonos ömlesztett sűrűség elérése érdekében vibrálnak. Ennek a vibrációnak káros mellékhatásaként megindul az eredetileg közel homogén eloszlású lőporszemcséből álló halmaz frakcióra bomlása, azaz a kisebb szemcsék alulra, a nagyobbak felülre „úsznak”. Ez a jelenség kétféleképpen gyakorol hatást a lőportöltetre. Egyrészt a túlnyomóan kisebb szemcséből álló töltetek ömlesztett sűrűsége, így tömegük is nagyobb lesz, ezzel természetesen energiataralmuk is nő. Másrészt a kisebb szemcsék túlsúlya miatt a kezdeti égési felület megnövekszik, amely gáznyomás-növekedéssel és termikus hatásfok növekedéssel jár. A hatás tehát rendkívül összetett, előre nehezen megjósolható. Mértéke a lőporszemcsék geometriai méretszórásának a csökkenésével korlátozható.

Ezek voltak a lőszer komponenseinek egyedi eltéréseiből adódó z és y irányú jelentősebb véletlen hibák forrásai, amelyeket külön-külön kimérni nem tudunk, csak összegzett hatásukat tudjuk laboratóriumi körülmények között, jó közelítéssel meghatározni. Kizárólag a lőszerre vonatkozó bizonytalanságok értékét pontosan megismerni azonban sosem tudjuk, mivel méréseinket csak *lőszer-vizsgálócső* rendszerrel tudjuk elvégezni, ezért a lőszer saját komponenseiből adódó bizonytalanságok szabatosan sohasem lesznek szétválaszthatóak a ballisztikai vizsgálófegyverünk bizonytalanságától. Az elmondottakat tudomásul véve, a *fegyver-lőszer* rendszert csak egyben tudjuk kezelni, ezért megelégszünk *fegyver-lőszer* rendszerünk alap szórásjellemzőinek ismeretével, feltételezve, hogy minden egyéb paramétert és intenzív állapotjelzőt pontosan ismerünk, de legalábbis stabilitásukat okkal feltételezzük. Ez a gyakorlatban az adott ballisztikai fegyverből – amely rendszer így az emberi tényezőktől teljesen független – végzett szórás-kép-lövészetet jelenti a vizsgált lőszerrel, amelyet temperáltuk, és a lövést folyamatán a légkör intenzív állapotjelzőit pontosan megmérték, valamint a lőtávolságot gondosan kimérték. Megjegyzendő azonban, hogy az intenzívek kíválsóan pontos mérése és ismerete nem szükséges követelmény, ugyanis a szórás-kép-lövészetnél a találati középpont és a célpont koordinátáinak egyezése kiemelt fontossággal nem bír, annál nagyobb hatással van azonban méréseink megbízhatóságára a paraméterek és az intenzívek valós értékeinek a stabilitása, azaz a befogószerkezet minél jobb ismétlődő képessége és a légkör nyugalma. Az így elvégzett vizsgálat adja meg számunkra *fegyver-lőszer* rendszerünk alapszórásai jellemzőit, amely beláthatóan a legjobb tulajdonságokkal rendelkezik, mivel lőszerünket gondosan temperáltuk, és a lövést kiváltottuk egy szükségképpen precízebb befogószerkezettel. Az elmondottakból adódik azon megállapításunk, amely szerint a *fegyver-lőszer-lövész* rendszer esetében a gyakorlati szórásjellemzők az előzően megállapított alap szórásjellemzőktől mindenképpen rosszabbak, azt legfeljebb minden határon túl megközelíteni tudják, viszont a gyakorlati szórásjellemzőkből találati valószínűséget számítani nem célszerű, mert azt a szubjektív hatásoktól mentesíteni nem tudjuk. Elfogadjuk tehát az alap szórásértéket, mint legjobban megközelíthető el-



méleti jellemzőt, azon praktikus megfontolás alapján, hogy a módszer standardizálható. Gondolatmenetünket tehát ennek figyelembevételével folytatjuk, kísérletet téve a rendszerrel elérhető legnagyobb találati valószínűség meghatározására.

AZ ELOSZLÁSI FÜGGVÉNY, SZÓRÁSJELLEMZŐK ÉS A TALÁLATI VALÓSZÍNŰSÉG

Feladatunk tárgyalásánál a modellállítás részben feltételeztük, hogy a z és y irányú ingadozások egyaránt követik a GAUSS, azaz a normál eloszlás törvényszerűségeit. Ez akkor igaz, ha az egyes események kimenetelét több, egymástól függetlenül ható – vagy egymástól csekély mértékben függő – véletlen tényező határozza meg akképpen, hogy az egyes tényezők külön-külön csak igen kis mértékben járulnak hozzá az összes véletlen hatásból adódó ingadozáshoz, és az egyes tényezők hatásai összegződnek. A teljes függetlenséget modellállításunknál kikötöttük, de meg kell említeni, hogy pl. a lövedék oldalgása a röpidő, a fogási szögsebesség, és a légerők függvénye, így nyilván nem lehet független a kezdősebesség, valamint a légnyomás ingadozásától.

Egy tetszőleges ξ valószínűségi változót normális eloszlásúnak tekintünk, ha sűrűségfüggvénye kielégíti az alábbiakat [2]:

$$\forall x \in \mathbf{R} \text{ esetén } f(z) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-m)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

ahol $m \in \mathbf{R}$ és $\sigma \in +\mathbf{R}$.

Ennek eloszlásfüggvénye:

$$\forall x \in \mathbf{R} \text{ esetén } F(z) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{(z-m)^2}{2\sigma^2}} dz. \quad (3)$$

A levezetések mellőzve, az m paraméter értéke a ξ valószínűségi változó várható értékével, σ paraméter pedig a variancia pozitív négyzetgyökével, azaz elméleti szórásával egyezik meg.

Amennyiben vizsgálatunk végtelen számú mintavétel (lövésen) alapul, úgy igaz, hogy a gyakorlati tapasztalati szórás megegyezik az elméletivel, valamint a valószínűségi változó egyedi értékeinek számtani átlaga megegyezik a változó várható értékével, azaz végtelen számú lövés esetén $s = \sigma$ és $\bar{z} = m$.

Véges számú esemény (lövés) esetén a tapasztalati értékek kiszámítása az alábbiak szerint történik:

$$\bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_i, \quad (4)$$

$$s_z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}{n-1}} \quad (5)$$

A koordináta-rendszer origóját a találati középpontba transzformálva kapjuk, hogy $\bar{z} = 0$ és $\bar{y} = 0$, valamint

$$s_z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n z_i^2}{n-1}}, \text{ és} \quad (6)$$

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n-1}}. \quad (7)$$

Egy tetszőleges z érték dz szélességű végtelenül keskeny és végtelen magasságú kiterjedésű sávjának eltalálási valószínűsége a (2) alapján:

$$dW_z = f_z(z) dz = \frac{1}{s_z \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-\bar{z})^2}{2s_z^2}} dz, \quad (8)$$

y irányban pedig:

$$dW_y = f_y(y) dy = \frac{1}{s_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y-\bar{y})^2}{2s_y^2}} dy. \quad (9)$$

Mivel a két elemi téglalast eltalálási valószínűségei függetlenek, így az egyszerre történő eltalálásuknak a valószínűsége a két esemény valószínűségének szorzata:

$$W_{zy} = dW_z * dW_y, \text{ azaz} \quad (10)$$

$$dW_{zy} = \frac{1}{s_z \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-\bar{z})^2}{2s_z^2}} dz * \frac{1}{s_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y-\bar{y})^2}{2s_y^2}} dy. \quad (11)$$

Rendezve:

$$dW_{zy} = \frac{1}{s_z s_y 2\pi} e^{-\left(\frac{(z-\bar{z})^2}{2s_z^2} + \frac{(y-\bar{y})^2}{2s_y^2}\right)} dz dy, \quad (12)$$

Természetesen független változók esetén az előzőek igazak a sűrűségfüggvényekre is:

$$f_{zy}(z, y) = f_z(z) * f_y(y) = \frac{1}{s_z \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-\bar{z})^2}{2s_z^2}} * \frac{1}{s_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y-\bar{y})^2}{2s_y^2}}. \quad (13)$$

Rendezve:

$$f_{zy}(z, y) = \frac{1}{s_z s_y 2\pi} e^{-\left(\frac{(z-\bar{z})^2}{2s_z^2} + \frac{(y-\bar{y})^2}{2s_y^2}\right)}. \quad (14)$$

Keressük meg az azonos valószínűség mellett eltalálható pontok halmazát, azaz a potenciálgörbéket. Látható, hogy dW olyan z és y párokra lesz konstans, amelyekre

$\left(\frac{(z-\bar{z})^2}{2s_z^2} + \frac{(y-\bar{y})^2}{2s_y^2}\right)$ kifejezés állandó. Transzformáljuk most a találati középpontot az origóba, ekkor:

$$\frac{z^2}{2s_z^2} + \frac{y^2}{2s_y^2} = C, \text{ átalakítva } \frac{z^2}{2Cs_z^2} + \frac{y^2}{2Cs_y^2} - 1 = 0 \quad (15)$$

ellipszis egyenletét kapunk.

Látható, hogy a két szórás egyezése esetén az ellipszis egyenlete köregyenletté silányul, amellyel viszont a számítások jelentősen leegyszerűsödnek.

Gondolatmenetünket egy rövid időre megszakítva vizsgáljuk meg annak a beállítási, fegyvertartási hibának a hatását, amikor a magassági beállítás nem az yx síkban értelmezett, hanem egy $y'x$ síkban. Ez a ferdítés, vagy ferdítési hiba, ekkor y' tengelyt az y tengely x menti α szöggel való elforgatásával nyerjük, amely szórás ellipszisünket egyrészt általános pozícióba forgatja, másrészt találati középpontunk a forgatás irányába oldalra, valamint lefelé vándorol (1. ábra). Az általános helyzetű szórás ellipszisünk főtengelyeit a legegyszerűbben következők szerint határozhatjuk meg:

A találati középpontba transzformált origó esetén az α szöggel elforgatott koordináta-rendszerben egy adott találati pont koordinátája

$$\mathbf{r}_{i,\alpha} = \mathbf{R} \mathbf{r}_{i,0}, \text{ ahol} \quad (16)$$

$\mathbf{r}_{i,0} = [z_{i,0} \mathbf{k}, y_{i,0} \mathbf{j}]$ az eredeti helyvektor, és

$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix}$ a forgatómátrix.

Írható továbbá, hogy

$$f(\alpha) = \sum_{i=1}^n (\mathbf{r}_{i,\alpha} [2])^2, \quad (17)$$

tehát az $f(\alpha)$ függvény találati középponttól értelmezett y' vetületű távolságok négyzetösszege. A függvény szélsőér-

ték helyei ott vannak, ahol az elforgatott y , azaz az y' tengely a szórási ellipszis nagytengelyével, vagy kistengelyével egybeesik, tehát feladatunk megoldását a $\frac{df(\alpha)}{d\alpha} = 0$ egyenlet megoldása szolgáltatja.

Visszatérve az eredeti gondolatmenetünkhöz, határozzuk meg most már egy véges kiterjedésű elemi négyzet eltalálási valószínűségét!

Egy tetszőleges z_i érték $\pm\delta$ szélességű környezetének, $-z_i$ középpontú $y \in \mathbf{R}$ végtelen kiterjedésű téglalapot – eltalálási valószínűsége a (3) alapján általános esetben:

$$W_{\delta,z_i} = \frac{1}{s_z \sqrt{2\pi}} \int_{z_i-\delta}^{z_i+\delta} e^{-\frac{(z-\bar{z})^2}{2s_z^2}} dz, \text{ valamint} \quad (18)$$

tetszőleges y_i érték $\pm\delta$ magasságú környezetének, $-y_i$ középpontú $z \in \mathbf{R}$ végtelen kiterjedésű téglalapot – eltalálási valószínűsége általános esetben:

$$W_{\delta,y_i} = \frac{1}{s_y \sqrt{2\pi}} \int_{y_i-\delta}^{y_i+\delta} e^{-\frac{(y-\bar{y})^2}{2s_y^2}} dy. \quad (19)$$

A találati középpontba transzformált origó esetében:

$$W_{\delta,z_i} = \frac{1}{s_z \sqrt{2\pi}} \int_{z_i-\delta}^{z_i+\delta} e^{-\frac{z^2}{2s_z^2}} dz, \text{ valamint} \quad (20)$$

$$W_{\delta,y_i} = \frac{1}{s_y \sqrt{2\pi}} \int_{y_i-\delta}^{y_i+\delta} e^{-\frac{y^2}{2s_y^2}} dy. \quad (21)$$

Mivel a két téglalapot eltalálási valószínűségei függetlenek, így az egyszerre történő eltalálásuknak a valószínűsége, azaz a $P_i = [z_i, y_i]$ középpontú 2δ élhosszúságú négyzetnek az eltalálási valószínűsége – a két esemény valószínűségének szorzata:

$$W_{\delta,P_i} = W_{\delta,z_i} * W_{\delta,y_i} \quad (22)$$

A (22) összefüggés segítségével meghatároztuk az eseménytér egy tetszőleges pontjának, tetszés szerinti kicsiny környezetének az eltalálási valószínűségét. Helyezzünk most az eseménytér azon felületére, ahol a történetek 99,97%-a bekövetkezik, egy megfelelően sűrű négyzetrácsot 2δ osztással, és az összes rácspont δ távolságú környezetében számítsuk ki (22) értékét, majd rendezzük a kapott eredményeket egy $p \times q$ méretű mátrixba. (Megjegyzendő, hogy a (2)-es egyenletet csak $\pm\infty$ -ben ad zérus valószínűséget, ezért az eseményteret $z \in [-4s_z \dots 4s_z]$, és $y \in [-4s_y \dots 4s_y]$ releváns téglalapra megszorítjuk és a relatív hibát elhanyagoljuk.) Vegyük most a célt, és szintén helyezzük az eseménytérbe, majd képezzünk egy szintén $p \times q$ méretű mátrixot oly módon, hogy a cél kontúrjain belül elhelyezkedő rácspontok 1, az azon kívül elhelyezkedőek 0 logikai súlyt kapjanak. A két mátrix HADAMARD – elemenkénti szorzatát $M_{i,j} = (A \cdot B)_{i,j} = (A)_{i,j} * (B)_{i,j}$ képezve megkapjuk a cél elemi egységeinek találati valószínűség szerint értelmezett lefedettségét. A teljes találati valószínűség kiszámításához összegezzük az elemeket.

$$W = \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^q M_{i,j} \quad (23)$$

Ezzel a megoldási módszerrel egzakt módon meghatározható a cél eltalálási valószínűsége, természetesen azzal a megkötéssel, hogy a célnak nincsenek kitüntetett zónái,

valamint, hogy az egyes lövések halmozódó hatásaitól eltekintünk, azaz a megsemmisítés szükséges és elégséges feltétele a találat. A számításokhoz tehát elégséges ismerni az adott lőtávolsághoz tartozó szórásértékeket, a cél geometriáját, a találati középpont, valamint a cél relatív helyzetét.

A találat valószínűségét megfogalmazhatjuk másképpen is, mégpedig a biztos találatához szükséges lövések – lőszermennyiség – számával, egy előzetesen meghatározott valószínűséggel.

A találati valószínűség illetően történő megadása régebben volt járatos, mivel a táblázatba rendezett, legfeljebb kétjegyű számok könnyebb áttekinthetőséget adtak. A régebbi szakutasítások – SzVD, AK típusok – végén található alap lőtáblázatok között található az Olvasó ilyen táblázatot.

A szükséges lőszermennyiség kiszámításához elsődlegesen meghatározzuk egy lövés találati valószínűségét – amelyet jelöljünk W_1 -gyel – majd ennek a komplementerét, $(1 - W_1)$ – azaz a nemtalálat valószínűségét. Amennyiben a biztos találat valószínűségi szintje W , pl. 95%, azaz 0,95 – úgy a nem találaté $(1 - W)$, amely alapján írható az alábbi egyenlet [3]: $1 - W = (1 - W_1)^n$, mivel az egyes lövések független események, azaz

$$W = 1 - (1 - W_1)^n, \text{ amelyet } n\text{-re megoldva kapjuk} \quad (24)$$

$n = \frac{\ln(1 - W)}{\ln(1 - W_1)}$, amelyet a következő egészre kerekítve kapjuk

$$N = \text{trunc}\left(\frac{\ln(1 - W)}{\ln(1 - W_1)}\right) + 1 \text{ értéket.} \quad (25)$$

(Folytatjuk)

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Földi Ferenc, Piroksa György. „A „Longest Kill 2017” igazságügyi fegyverszakértői értékelése” *Haditechnika* 52/5 (2018): pp. 50–54. <https://doi.org/10.23713/HT.52.5.10>;
- [2] Reimann József, Tóth Julianna. *Valószínűségszámítás és matematikai statisztika*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 1996.;
- [3] Rheinmetall GmbH. *Waffentechnisches Taschenbuch*, Düsseldorf, 1980
- [4] Fazekas István. *Valószínűségszámítás*. Debrecen: Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó, 2005.;
- [5] Hihalmi Harmos Zoltán. *Tűzerlövésstan*. Budapest: M. Kir. Honvédelmi Minisztérium, 1937.

JELÖLÉSEK JEGYZÉKE

MOA – (minit of angle) szögperc
TKP – találati középpont
 σ – elméleti szórás, a variancia pozitív négyzetgyöke
 s – korrigált tapasztalati szórás
 i, j – futó indexek
 n – események (lövések) száma
 Δ – véges növekmény
 d – differenciális növekmény
 x, y, z – Descartes-féle koordináta-rendszer tengelyei
 W – a valószínűség számértéke
 2δ – diszkrét tér négyzetrács távolsága

Zsig Zoltán*

A Stryker harcjárműcsalád

III. rész

A cikksorozat korábbi részeiben részletesen írtunk arról, hogy a Stryker harcjárműcsalád megújítása kapcsán számos technikai fejlesztés történt, többek között a haspáncélzat átépítése, az elektromos teljesítmény és a tűzerő növelése.

AKNAVETŐ A TORONYBAN

A támogató fegyverzet korszerűsítésére szintén megfogalmazódott az igény, mégpedig az M1129-es harcjárművel kapcsolatban. A hadsereg egy korszerűbb önjáró aknavető járművet kívánt rendszeresíteni. Az M1129-esnél nincsenek megelégedve azzal, hogy a felső szögcsoporthoz tűzelő fegyver ténylegesen nem része a járműnek, hiszen csak egy hagyományos aknavetőt szereltek be a küzdőtérbe, így annak a rendelkezésre álló szűk helyen történő kezelése bonyolult. Egy toronyba szerelt aknavetőt látnának inkább szívesen hadrendben, amelynek egyszerűbb a kiszolgálása és az irányítása. Ennek a változatnak a fejlesztése egyelőre még nem indult meg.

A VÉDETTSÉG JAVÍTÁSA

A rácspáncélzat a kézi páncéltörő rakéták ellen ugyan megfelelő védelmet nyújtott, de a méret- és tömegnövekedés miatt mégsem a legjobb megoldás. Emiatt már az iraki háború idején fontolgatták, hogy reaktív páncélelemekkel lássák el a Stryker harcjárműveket. 2009-ben a gyártó cég-

gel (Rafael) elkészítették a felszerelhető készletet. A reaktív páncélelemek a gyártó állításai szerint hatékonyabb védelmet nyújtottak a rácsszerkezetnél. A tesztek során megsemmisítették a lőtérrel kihelyezett harcjárművekre indított RPG kézi páncéltörő rakétákat. A General Dynamics jelenleg is ajánlja a SRAT II (Stryker Reactive Armor Tiles) készletet, amely megfelelő védelmet nyújt a kumulatív töltetű rakéták ellen, ugyanakkor rendszeresítéséről, megrendelésről nincs információ.

Egy sokkal forradalmibb megoldás bevezetésére azonban komolyabb a szándék. Aktív védelmi rendszer alkalmazását határozták el, és több cég termékével is teszteket hajtottak végre. Ezek közül az amerikai Artis vállalat Iron Curtain rendszerét elvetették (22. ábra). Az izraeli Rafael a Trophy, a német Rheinmetall az ADS (Active Defense Systems) védelmi rendszerei azonban még versenyben vannak, ezek felelnek meg leginkább a kerekes harcjármű számára. Az amerikai hadsereg két típus közül választja majd ki a következő években a teszteken jobban teljesítőt. Amennyiben a gumikerekes harcjárművek nagy részét felszerelik az aktív védelmi rendszerrel, úgy a kézi páncéltörő rakétákon kívül az irányított páncéltörő rakétákat is megsemmisíthetik majd, mielőtt elérnék a Stryker páncélzatát.

CSAPATLÉGVÉDELEM

A SHORAD (short air defence), vagyis magyar terminológia szerint a csapatlégvédelem az utóbbi évtizedekben elhanyagolt terület volt az Egyesült Államok hadseregében. Az utóbbi évtizedekben ugyanis kevésbé kellett ilyen veszéllyel számolniuk, a teljes légi uralmat kivették a hadműveleti területeken. Azonban fel kell készülni, hogy a jövőben ellenséges repülőeszközök veszélyeztetik majd a hadsereg harcoló alakulatait. Jelenleg az AN/TQW1 Avenger az egyetlen csapatlégvédelmi eszköz, amely azonban nem páncélozott.

Emiatt a hadsereg bejelentette, hogy a Stryker harcjármű bázisán 144 db új, önjáró rendszert kíván rendszeresíteni, amelyek a földi alakulatokat támadó helikopterek, harci repülőgépek és a távirányítású repülőeszközök ellen egyaránt védelmet nyújtanak majd. A lényeges szempont az volt, hogy egy jó védetségű csapatlégvédelmi komplexumot hozzanak létre. A pályázatra kiírt Stryker MSL (Mobile Short Range Air Defense Launcher) programra szokás szerint több cég is pályázott. Először a Boeing ajánlata tűnt befutónak, akik az Avenger rendszer átalakított változatát

22. ábra. Az elvetett Iron Curtain reaktív páncélzat (DoD)



* ORCID: 0000-0003-2905-8487

ajánlották. Azonban ez túl nagy módosítást igényelt volna a Stryker harcjárművön. A benyújtott tervezetet elutasították, helyette a Leonardo ajánlatát nyilvánítták nyertesnek. A cég különböző konfigurációban integrálható fegyverplatformja több célra is felhasználható, illetve jelentős tűzerővel bír. A Stinger légvédelmi rakéták négyes indítóberendezését, valamint a Hellfire páncéltörő rakéták M299-es típusú indítóját egyaránt fel lehet szerelni, de ezeken kívül a 30 mm-es M230-as gépágyú, és egy párhuzamosított 7,62 mm-es géppuska is beépíthető.

A tűzvezetésre többcélú radarjával az izraeli Rada cég pályázott, a hírek szerint ezt is a járműre szerelnék. Természetesen elektrooptikai berendezések szintén a rendszer részét képezik. A teljes komplexumhoz szükség lesz egy nagyobb hatótávolságú radarra is, amely messzebről is érzékeli a közeledő célokat és az azonosítás is elvégezhető. Valószínűleg ez az AN/MPQ-164 Sentinel lesz, amely pótkocsira helyezve együtt mozoghat a légvédelmi járművekkel, és gyorsan telepíthető.

A légvédelmi komplexum együttműködik majd a Blue Force Tracker saját csapatok helyzetét nyomon követő berendezésekkel és a légvédelmi azonosító rendszerekkel is.

Az átkonfigurálható rendszernek köszönhetően a fegyverzetet a hadszíntéri követelményeknek és a fenyegetettségnek megfelelően lehet kiválasztani, a Hellfire rakétákkal a jármű harcokcsik ellen is alkalmazható. A gyári leírások szerint a meglévő Stryker konstrukción nem kell sokat változtatni. (A tervek között szerepel, hogy lézerfegyvert is alkalmazzanak majd a jövőben. Ilyen jellegű fegyvert kísérleti jelleggel már felszereltek Strykerre, igaz egy másik projekt keretében, hogy tesztek végezzenek. Ez a harcscső természetesen még nem alkalmas sorozatgyártásra.)

A végleges légvédelmi változatból 2019-re már 6 db prototípus megépítését irányozták elő, ezek tesztelése során döntenek a sorozatgyártásról. Egy ütegnek 2020-ban már hadrendbe kellene állnia, és 2022-re készülhet el mind a 144 db jármű. Ezt a mennyiséget az indokolja, hogy nemcsak a Stryker alakulatoknál rendszeresítik majd, hanem a nehéz dandárharcscsoportok légvédelmét is ezzel szerelnék fel.

A HARCJÁRMŰCSALÁD HADSZÍNTÉRI ÁTTELEPÍTHETŐSÉGE – RUGALMASSÁG, CSAK MÁSKÉNT

A C-130H Hercules teherszállító repülőgép elvileg 1500 km-re képes elvinni a Strykert, de tény, hogy a berakodás előtt több tartozékot le kell szerelni róla, az üzemanyagtartály csak félig tölthető fel, és a lövészcsapat létszámának mintegy felének jut hely a repülőgépben. A gyakorlatok során kiderült, sok esetben az 1500 km sem volt teljesíthető, kisebb volt a hatósugár. Vagyis a Stryker az Egyesült Államok területéről a távolabbi, tengerentúli hadszínterekre eleve nem szállítható a légcsavaros C-130-asokon, csak a nagyobb C-17-esekkel, C-5-ösökkel. A C-130-asokat kizárólag akkor vehetik igénybe, ha a Strykerek már hajón, vagy nagyobb teherszállító gépeken átvitték a hadművelési terület közelébe. A C-130-asok csak egy harcjárművet szállíthatnak, a C-17-es azonban 3-4-et is szállíthat, a konfigurációtól függően.

Az eredeti követelményt, amely szerint egy dandár-harcscsoportot három nap alatt kellett volna a kívánt helyre szállítani, nem sikerült végrehajtani a gyakorlatokon, erre a legjobb esetben is 5 napra volt szükség, de ez akár két hétre is elhúzódott. A C-130-assal történő szállíthatóságot az új DVH haspáncéltatú, és a gépágyús változatok rendszeresítése végleg lehetetlenné teszi.



23. ábra. Számítógépes grafika a csapatlégvédelmi Strykerről, a Leonardo DRS vállalat fegyverrendszerével (Leonardo)

Ugyanakkor a kerek futóművel rendelkező harcjárműveknek van egy vitathatatlan előnye a lánctalpasokkal szemben. A nehéz alakulatoknál rugalmasabbak, gyorsabban áttelepezhetőek önerőből. A 2. páncélosfelderítő-ezred 2015 óta többször is bizonyította ezt a gyakorlatban. Képesek voltak hosszabb menetek megtételére közúton, ilyen volt a Dragoon Ride I, amelynek során 1800 km-t tettek meg. 2016-ban még ennél is nagyobb távolságú, 2400 km hosszú menetet hajtottak végre 16 nap alatt, ennek során hat országon haladtak át.

Zászlóalj, vagy század szintű Stryker alegységek 2015 óta Magyarországon is rendszeresen áthaladtak. Ezzel demonstrálták, hogy szükség esetén gyorsan képesek távolabbi területre eljutni, és ott harcfelelősséget végrehajtani. Természetesen a nehéz technikával felszerelt harcokcsikkal nem lennének képesek sikerrel felvenni a harcot, de a felderítő, könnyű fegyverzetű lövészalakulatokkal, valamint a hibrid hadviselésre szánt kisebb fegyveres csoportokkal igen. Megjelenésükkel demonstrálhatják a NATO jelenlétét, elrettentéssel megakadályozhatják egy készülő hadművelet kirobantását.

Igy a már említett fejlesztésekkel, korszerűsítésekkel a Stryker harcjárműcsalád még hosszú ideig hadrendben lesz az Egyesült Államok hadseregében.

Bár az eredeti konfigurációjában egy könnyű, gyenge fegyverzetű harcjárművet akartak szolgálatba állítani, a jövőben egy jól védett, gépágyúval és irányított páncéltörő rakétával rendelkező, nagy mozgékonyaságú típussal rendelkeznek majd a Stryker dandár-harcscsoportok. A C-130-asokkal ugyan nem lehet szállítani azokat, de ugyanazt a távolságot képesek önállóan megtenni. Az 500-1500 km távolságú menet ideje ugyan hosszabb, mint a repüléssel eltöltött idő, azonban egy egész zászlóalj, vagy dandár repülőgépekbe való be- és kirakodása és a szállítóeszközök többszöri fordulója szintén napokat venne igénybe egy ilyen méretű alakulat eszközeinek a szállításánál.

A Stryker harcjárművek eddigi szolgálati idejük alatt is nagyon sok átalakításon estek át, hogy megfeleljenek az új követelményeknek. A jövő új kihívásaira, mint például a számítógépes támadások elhárítása is megfelelő választ kell tudni adniuk. Hiszen 2019-ben már olyan hír is napvilágot látott, hogy az XM1296-os Dragoon esetlegesen cybertámadás célpontja lehet. A korszerű adatmegosztó információs rendszereknél el kell érni, hogy illetéktelenek ne tudjanak belépni, és esetleg valamilyen módon befolyást gyakorolni azok működésére.

A cikk forrásjegyzékét a HT 2019. 5. számában közzétük (szerk.).

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)

28. ábra. T-72B3 harckocsioszlop közeledik a Vörös térhez



Zentay Péter*

„Vitézek” a Vörös téren – Harckocsik és harckocsi támogatók IV. rész

Korszerű orosz haditechnikai eszközök az elmúlt évek
moszkvai győzelem napi díszszemléin

Sorozatunk előző részében a T-14 Armata harckocsival, annak aktív védelmi rendszerével foglalkoztunk. A páncélos harcjármű bemutatását a robotizált géppuska-komplexum ismertetésével folytatjuk.

A fenyegetés bemérése után, a rendszer dönthet úgy, hogy az ellencsapást géppuska-sorozattal végezze. A 7,62 mm-es géppuska (lásd cikkünk korábbi részében) tűzgyorsasága 600-650 lövés/perc, ami elégséges lövedéksűrűséget tud képezni a támadó páncéltörő rakéták és lövedékek ellen. Az elv ahhoz hasonló, amit a csöves légvédelmi komplexumok alkalmaznak. A géppuska-komplexum képes meghatározni a kilövés helyét és koordinátáit. Az Afganit aktív védelmi rendszer (AAVR) ekkor dönthet úgy, hogy ellencsapást indít a támadó irányába. Az integrált tűzvezető rendszeren keresztül meghatározza a löelemeket, majd

a szervomotorokon keresztül ennek alapján beirányozza a löveget és automatikusan ellentűzet nyit. Az Afganit védelmi rendszerrel a T-14 és a T-15 Armata eszközöket szerelték fel, illetve egyszerűsített változatokban megtalálhatóak a Kurganyec 25 harcjárművökn is (lásd korábbi cikkünket).

A harckocsi komplex védelmi megoldásai azonban ezzel még mindig nem merültek ki. Amennyiben az Afganit rendszert mégis sikerült kijátszani valamilyen harceszköznek, akkor is vannak a harckocsinak további olyan rendszerei, amelyek elháríthatják a fenyegetést. A T-14-es harckocsit negyedik generációs, reaktív páncélzattal látták el. A Malahit a világ első elektrodinamikus páncélzata (29. ábra). Az új rendszer nagy változást hozott a régebbi harckocsikon használt (pl.: Kontakt-5 és Relikt) reaktív páncéltzatokhoz képest [69]. A gyártó adatai szerint az elektrodinamikus páncélzat nagyobb, mint 95%-os valószínűséggel képes elhárítani páncéltörő gránátokat, valamint megsemmisíteni a páncélelhárító rakétákat még a harckocsi oldalát ért találatoknál is. A reaktív (dinamikus) páncélzat robbanótölteteit csökkentették a régebbi változatokhoz képest. Az

* ORCID: 0000-0002-3161-8829



29. ábra. A T-14-es Armata bal oldalán a páncéltestet, valamint a lánctalp felső ágát, a vezető- és feszítőgörgőket burkoló Malahit reaktív-dinamikus páncélzat egyes részei láthatók. A rendszer további elemeit burkolat takarja

elemek aktiválásánál bekövetkező robbanás túl nagy lökéshullámot indított a harckocsitesten, aminek következtében megsérültek a műszerei, és a kezelőszemélyzetnek is sérüléseket (agyrázkódást) okozott [70].

Védelme növelése érdekében a Malahit olyan módszert alkalmaz, amely a becsapódás előtt a közeledő lőszer vagy rakéta irányába képes kivetni a robbanó páncéltestet [67]. Ezzel a leggyorsabban érkező támadó rakétákat és lőszerket a harckocsitesttől legalább 400 mm-re képes megsemmisíteni. Az indítást vagy az Afganit aktív védelmi rendszer kezdeményezheti, vagy a páncélzat saját induktív szenzorai, amelyek a közeledő rakéta vagy lövedék által megváltoztatott mágneses mezőt érzékelik. A páncélzat a különösen nagy (akár 1800 m/s feletti) sebességgel közeledő lövedékek kivédésénél is alkalmazható [68]. A harckocsitestet és a torony tetejét is megfelelően ellátták az elektrodinamikus páncélzat elemeivel. Ezzel jelentősen csökkentették a felülről jövő támadások hatását. Erre fő-

ként a légi eszközökről indított rakéták, illetve a főnről támadó páncéltörő rakéták (mint pl. TOW 2B, Javelin) miatt volt szükség.

A homlokpáncél alsó részén kapott helyet az elektromágneses aknaelhárító rendszer, amely távolról, mielőtt a harckocsi föléjük érne, felrobbantja a telepített aknákat.

Az aktív és dinamikus rendszerek hatásosak és megbízhatóan védik a harckocsit a támadásoktól, de ettől függetlenül nélkülözhetetlen egy erős páncél is. Ezért a harckocsit modern passzív páncélzattal is ellátták [60]. A páncélzathoz új acélt fejlesztettek ki az UralVagonZavod anyagtechnológiai részlegénél. Az acél keménysége 54 HRC, azonban a fajlagos ütőmunka (szívósság), valamint TTKV (ridegtörés átmeneti hőmérséklet) értéke megfelel egy hagyományos 45-48 HRC keménységű acélénak [60]. Ez a pozitív tulajdonság-kombináció teszi lehetővé, hogy az azonos átütési valószínűségnél a páncél vastagságát csökkentsék. Az új acél használatával az Armata platform tömegét több száz kilogrammal lehet csökkenteni. Nagy előny, hogy az acélt a páncélzat mellett szerkezeti elemként is fel lehet használni. Ezzel az össztömeget mintegy 15%-kal lehetett csökkenteni. Mindezt anélkül, hogy ez negatív hatással lenne a páncélátütési mutatókra, akár még alacsony hőmérsékleteken is. Kiemelten fontos helyeken többrétegű fém-kerámia kompozit páncélt alkalmaztak, amely például a frontpáncélnál 1000 mm vastagságú homogén páncélzatnak (RHA egyenérték) felel meg [60].

A harckocsi-konstrukcióból kitűnik, hogy az orosz mérnökök szakítottak a hagyományos harckocsi-örökségükkel és egy merőben újszerű, robotizált harckocsit sikerült létrehozniuk, amely minden szempontból megfelel a legújabb kor harctéri feltételeinek. A harckocsiban a teljesen új berendezések mellett olyanokat is használnak, amelyek már más eszközökben jelen voltak ugyan, de azokat szárazföldi technikáknál ilyen integráltsággal még sohasem alkalmazták.

A harckocsi ilyen kialakításával (mint az egyesített harcászati vezetési rendszer, nagy sávszélességű kommunikáci-

30. ábra. Az új T-72B3 harckocsi felkészítve a díszszemlére





31. ábra. A T-72B3 harckocsi könnyített línáltalpa, közúti gumibetétekkel

ős rendszer, mesterséges intelligenciával rendelkező elhárító és irányzórendszer, teljesen automatizált toronyfegyverzet, a kezelőszemélyzet biztonságát garantáló küzdőtérrel elkülönített kabin, a saját harckocsira történő tüzelést elkerülni képes rendszer és komplex radar stb.) sikerült egy modern, hálózat-központú technikát létrehozni.

Automatizálással a kezelőszemélyzet számát a jövőben még tovább lehet csökkenteni. A harckocsi robotizáltsága és automatizáltsági szintje már nem áll nagyon messze attól, hogy a jövőben akár teljesen kezelőmentessé is válhasson. Ezzel megvalósulna, hogy egy kötelékben csak egyetlen olyan eszköz lenne, amelyben a döntéshozó személyzet helyezkedik el, míg a többi harckocsi önállóan, kezelők nélkül harcol. A személyzet azonban még biztosan jó ideig fontos része marad a harckocsinak.

A T-14-es harckocsi először a 2015-ös győzelem napi díszszemlén mutatkozott be a nagyközönségnek.

Nagy meglepetést okozott, hogy a T-14-esek mögött 2017-ben már nem a jól megszokott, az orosz haderőben az egyik legnagyobb számban alkalmazott T-90A közepes harckocsik robogtak, hanem régi/új ismerősök a T-72-es harckocsik vonultak föl. Azonban az itt haladó harckocsik nem a régi, az 1970-es évek technikái, hanem a legkorszerűbb 2016 mintájú, T-72B3 (*T-72B3 образца 2016, T-72B3 обр. 2016*) változatok, amelyek először szerepeltek a díszszemlén (30. ábra). A harckocsi a T-72-es alapokon nyugszik, azonban ellátták a modern kor harctéri igényeit kielégítő felszereléssel. A modernizációt a T-72B altípus alapján

32. ábra. A T-72B3 harckocsi 12,7 mm-es űrméretű légvédelmi géppuska-komplexuma



33. ábra. A harckocsitorony bal oldali nézete, 902B Tucsa ködgránátvető rendszerrel, reaktív páncézzal és a különböző szenzorokkal felszerelve

végezték és a T-90A olcsó alternatívájaként fejlesztették ki, amíg az orosz fegyveres erők megkapják az új generációs harckocsikat. A harckocsi hossza 6860 mm (9530 mm löveggel előre), szélessége 3580 mm, magassága 2230 mm, tömege 46,5 t. Egyes harcászati, műszaki paraméterei a régi változathoz képest jelentősen javultak [77].

A harckocsi mozgékonyságának nagyfokú javításához új erőforrásra volt szükség, ezért kapta a korszerű 831 kW-os (1130 LE, 2000 fordulat/percnél) V-92SZ2F (*B-92C2Φ*) harckocsimotort [74]. A motort eredetileg a modernizált T-90M (*T-90M „Объект 188М”*) harckocsikhoz fejlesztették ki [75]. Lökettérfogata 38 880 cm³. A V12 folyadékhűtéses, négyütemű, közvetlen üzemanyag-befecskendezéses, többlépcsős turbófeltöltős dízel harckocsimotor dinamikus kiegyensúlyozott [72, 74].

A tapasztalatok azt mutatták, hogy a hagyományos harckocsik (itt kivétel a T-14 Armata) tényleges harci felhasználásnál, teljesítmény és gazdasági szempontok szerint olyan motorra van szükség, amelynél a fajlagos teljesítmény 15–18 kW/t (20–25 LE/t) közötti. Ennél nagyobb teljesítménynél túlfogyasztás lép fel, jóval kevesebbnél a mozgékonyág jelentősen romlik [73]. A melegedésre is fokozottan ügyelni kell, mivel a túl nagy dízelmotor sok hőt termel. Ezenkívül a nagyobb motorhoz illesztett hűtőberendezés méretei miatt elhelyezési nehézségek léphetnek fel. Jelenleg ez szab korlátot a hagyományos dízel harckocsi-moto-

34. ábra. A harckocsi hátsó része kumulatív hatású lövedékek elleni ráccsal védett, hasonlóan a T-14 Armatahoz, és a BMPT-hez



roknál, 1176–1213 kW (1600–1650 LE) feletti teljesítménynél [73]. A V–92SZ2F motort alkalmazva a 46,5 t-ás T–72B3-nál (*T–72B3 обр. 2016*) a fajlagos teljesítmény értéke 18 kW/t (24,3 LE/t), amely egy igen kedvező, felső kategóriás érték. A könnyített (tisztításhelyes) láncgörgők és az új, könnyített (áttört láncrajú) láncalap is hozzájárul a mozgékonyság javításához (31. ábra).

A harckocsi fő fegyverzete a modernizált, 125 mm-es 2A46M-5-01 sima csövű harckocsiágyú, amely töltőautomatával rendelkezik, és osztott lőszerrel tüzel. A löveg tűzgyorsasága 8–10 lövés/perc. A löveg páncéltörő rakéta indítására is képes [76].

Kisegítő fegyverzete a 12,7 mm-es űrméretű 6P17 NSZVT légvédelmi géppuska, illetve egyes változatokon a 12,7 mm-es 6P49 v. 6P51 Kord légvédelmi géppuskát használják.

Másodlagos fegyverzete a löveggel párhuzamosított 7,62 mm-es PKTM fedélzeti géppuska (32. ábra).

A harckocsi új figyelő/célzó rendszert Szoszna–U (*Cocha–Y*), valamint az új 1A404 tűzvezető és löelemképző (ballisztikai) számítógéprendszert kapott. A kezelőszemélyzetet többszörös fedélzeti videokamerákkal ellátott figyelőrendszer és digitális érintőképernyős kijelző rendszer segíti.

A harckocsit új VHF rádió-kommunikációs rendszerrel, R–168-25U-2 Akveduk (*P–168-25Y-2 AKBEPYK-25Y-2*) és új belső kommunikációs rendszerrel (*ABCKY*) látták el [83, 84].

A harckocsi irányzórendszere a fehérorosz gyártmányú többcsatornás Szoszna–U, amely rendelkezik hőkamerás képalkotó-, valamint automatikus célkövető rendszerrel [76].

A Szoszna–U célzó- és célkövető rendszer négy csatornával rendelkezik (optikai, hőkamerás képalkotó, lézer távolságbemérő és lézerirányító rendszer a rakéta irányításához). A harckocsi védelmi rendszerébe tartozik a 902B Tucsa ködgránátvető rendszer [78] (33. ábra).

A harckocsi parancsnokának a TKN–3MK modernizált figyelőműszer és fényerősítő képalkotó rendszer áll a rendelkezésére. A kettőzhető tűzvezető rendszeren keresztül, a parancsnoknak is lehetősége van a harckocsilöveg irányzására és tüzelés kiváltására.

A harckocsi vezetőjét automatizált sebességváltómű, valamint tolatókamera segíti. A vezető ülését, az aknarobbanás hatásának csökkentése érdekében, a harckocsi páncéltest felső részéhez energia-elnyelő csillapítókkal rögzítették. A passzív védelemről a többretegű páncélzat gondoskodik, amelyet oldalpajzs egészít ki. A motor és a kipufogó rész kumulatív hatatású lövedékek elleni rácsvédelmet kapott (34. ábra). A harckocsi aktív védelme csak „lágy” (megtévesztő/elterelő) beavatkozásra képes.

A harckocsi védelmének fokozása érdekében megkapta a T–90-es Relikt EDZ 4SZ23 (*ЭДЗ 4С23*) reaktív páncélzatát, valamint a motorteret, hűtőteret és a kipufogó kivezetését védő rácszatát [78]. A harmadik generációs Relikt dinamikus védelmi rendszer nagy előnye, a régi integrált felépítés helyett, a modularitás legjobban az egyszerű karbantartásnál jelentkezik, ahol, akár harctéri körülmények között is lehetőség nyílik a sérült modulok cseréjére. További nagy előnye, hogy konstrukciós változtatások nélkül a rendszer részei teljesen csereszabatosak a Kontakt–5-ös elemeivel. A blokkok cseréjével a régebbi



35. ábra. Közeledik a Terminator. A BMPT Terminator 2 harckocsitámogató harcjármű legújabb változata először a 2018-as moszkvai győzelem napi díszszemlén mutatkozott be a nagyközönségnek

harckocsik korszerű védelemre való felkészítése egyszerűen elvégezhető. A cserére akár a tervezett technikai kiszolgálások ideje alatt is sor kerülhet. Az új rendszer teljes tömege harckocsikként 2,3 t.

A Kontakt–5-östől eltérően a Relikt típus azonos biztonsággal működik a lassan érkező rakéták ellen is, mint a nagysebességű lövedékekkel [80]. Kumulatív löszerek elleni védelme kétszer olyan hatékony, mint a régebbi változatnál volt. Harckocsit támadó páncéltörő rakéták ellen 50%-kal nagyobb védelmet biztosít, mint az elődei [82].

Az aktív páncélzat, a gyártó szerint, az új T–72B3 harckocsinak effektív védelmet nyújt a legáltalánosabban használt lövedékek ellen: mint pl. az űrméret alatti lövedékek, tandem kumulatív löszerek, páncéltörő rakéták, alacsony sebességű lövedékek stb. [81]. Az új reaktív páncélzat a régiek problémáit sikeresen kiküszöbölte (pl.: találatnál a nem érintett – szomszédos – panel már nem működik el a robbanás hatására).

A Relikt 4SZ23-as elemeknél nem lépnek fel azok a problémák – pl.: a nem megfelelő érzékenység – mint a régebbi (4SZ22-esnél, Kontakt–5-ösnél), amikor alacsony sebességgel betalál, vagy egyes speciális kumulatív lövedékek nem megfelelően aktiválják a rendszert [82]. A kumulatív és kinetikus, űrméret alatti lövedék elleni védelem hatásosságának növelését az új dinamikus védelmi rendszer paneljainál a következő módokkal érték el: növelték a blokkok hajtóanyag-mennyiségét és számát, ezzel együtt csökkentették a bennük lévő robbanótöltet mennyiségét (lásd: Malahit), és növelték az időt, amíg az aktív páncél robbanása kölcsönhatásban van a lövedékkel [82]. Ezekkel a megoldásokkal a tervezők, a lövedéktípustól függően 20–60%-kal csökkentették a páncéltörő szárnystabilizált leváló köpenyes (APFSDS) lövedékek páncéláthatolását. A kumulatív sugárral történő kölcsönhatás idejének növelésével bizonyos hatékonyságot sikerült elérni a tandem kumulatív löszerek ellen is.

A módosításokkal a harckocsik védelem szempontjából megközelítik a T–90M technikai szintjét. A T–72-es ezen változata, bár messze elmaradt a T–14-es képességeitől, illetve a T–90 M(SZ) harcászati műszaki jellemzőitől, mégis megfelelő ellenfél a modern harcszíntereken az előbb em-



36. ábra. A Terminator fő fegyverzete: a torony közepén a 30 mm űrméretű 2A42-es, ikercsövű gépágyú, két-két oldalon az összesen 4 db, 130 mm-es irányított páncéltörő rakéta

lített harceszközök árának töredékeért [83]. Kevésbé korszerű eszközökkel felszerelt ellenfél ellen megfelelő erőt biztosít. A legújabb T-72B3 (2016) harckocsik első tétele 2017 februárjától állt hadrendbe [71, 79]. A harckocsi 2017-ben mutatkozott be először a moszkvai győzelem napi díszszemlén.

2018-ban a harckocsirészleget, a BMPT Terminator 2-es harckocsitámogató harcjárművek (*БМПТ Терминатор-2 Боевая машина поддержки танков*, illetve újabban a *Боевая машина огневой поддержки (БМОП)* tűztámogató-harcjármű elnevezést használják) zárták (35. ábra).

A BMPT-k harckocsi alakzat részeként működnek tűztámogatóként. Ez az elgondolás a szovjet/országi háborús tapasztalatokon alapszik. A BMPT fő célpontjai a páncélozott eszközök, élőerő, harctéri erődítések, valamint alacsonyan szálló helikopterek, kisebb repülőgépek és drónok. Harctevékenységet a harckocsikkal együtt mozogva fejt

37. ábra. A két AG-17D gránátvető egyike. Csövét – a külső szennyeződések ellen – védőkupakkal zárták le a díszszemle idején



ki. Városi környezetben egy harckocsi-val két harckocsi támogató harcjármű működik együtt [88]. Városi környezetben kívül az ideális ennek a fordítottja, ahol egy BMPT két harckocsit támogat.

Az eszközre az igény először az afganisztáni háborúban merült fel, ahol kiderült, hogy a könnyű páncélzattal ellátott BMP-1-es és BMP-2-es gyalogsági harcjárművek nem képesek a saját harckocsijaik tűztámogatására. Másik felmerült probléma a harckocsik korlátozott alkalmazhatósága volt városi környezetben, illetve hegyes terepeken, mivel lövegeik magassági kiteríthetősége (mozgástartomány) nem bizonyult elégségesnek [87]. Olyan eszközre volt szükség, amely egy harckocsi páncélvédeltségét élvezzi, erős fegyverzettel rendelkezik, a fegyverzete megfelelően magas szögbe emelhető, továbbá olyan védelmi berendezésekkel ellátott, amely a harckocsi elleni gyalogsági támadásokat is képes elhárítani (pl.: PCT rakéták, gránátok) [89]. Még a '80-as évek

közepén kezdték meg a harceszköz fejlesztését a Cseljabinszki Traktor Gyárban (Челябинский тракторный завод, ЧТЗ – ChTZ). A Szovjetunió szétesése azonban jelentősen visszavetette a fejlesztéseket. A csecsen háborúban azonban hamar beigazolódtott, hogy az ilyen fegyverrendszerre nagy szükség van, főként városi környezetben. A kezdetek óta a harcjármű számos változtatásokon ment keresztül, azonban a 2018-as győzelem napi díszszemlén már a legmodernebb változat volt látható.

A gyártó (UralVagonZavod) beszámolója szerint a harcjármű harcképessége felér hat hagyományos BMP-vel (gyalogsági harcjárművel), vagy 40 gépesített lövészkatonával [91].

A harcjármű fő fegyverzete a két, egymással párhuzamosított, szinkronban mozgó, stabilizált 30 mm-es űrméretű 2A42 gépágyú (36. ábra). A gázdugattyús fegyver kettős tűzgyorsasággal rendelkezik: a lassabb 300 lövés/perc, illetve a gyorsabb 800 lövés/perc. A lőszer-javalmazás gépágyúként 900 db, amelyek lehetnek páncéltörő-nyomjelző, repeszromboló-nyomjelző, illetve repesz-romboló. A gépágyúhoz újonnan kifejlesztett APFSDS, valamint az irányított repeszképző lövedékek is alkalmazhatók [85]. A komplexum képes nagy sűrűségű támadó tűzcsepások kiváltására és egyszerre négy különböző célt képes követni.

A harckocsik és egyéb erősen védett célok ellen a BMPT 4 db 9M120 (9M120F) Ataka-T (*Атака-Т*) 130 mm-es irányított páncéltörő rakétát használ – az irányítási módszer: (LOSBR – Line-Of-Sight Beam Riding Guidance, SACLOS – Semi-Automatic Command to Line of Sight). A rakétákat a Degtyarjov cég gyártja, hatásvolságuk 6 km. Harci részük lehet tandem, kumulatív repesz-romboló és termobarikus. A tandem fejjel ellátott rakéták páncélátütő képessége eléri a 800–950 mm-t (homogén páncél egyenértéket, RHS) a



38. ábra. A BPMT Terminátor 2 bal hátsó nézete. A harckocsin a védelem fokozása érdekében kumulatív lövedékek elleni rácsozatot is felszereltek

lerobbanó páncélvédelmen való áthatolás után is. A rakéták harci része 9,5 kg TNT egyenértékű robbanóanyagot tartalmaz [92].

A harcjárművön – kiegészítő fegyverként – további két automata gránátvető kapott helyet. A két 30 mm-es AG-17D (АГ-17Д) gránátvető távirányított üzemeltetésű és függőleges síkban stabilizált (37. ábra). A jobb oldali gránátvető vízszintes kitérhetősége balra 6°, jobbra 28°, míg a bal oldali balra 28°, jobbra 6°.

A gránátvetők jól alkalmazhatóak élőerő, és gyengén páncélozott célok ellen. Előnye a magas szögcsoportban való tüzelés képessége, amellyel természetes és mesterséges fedezékek mögötti célok is eltalálhatók [89]. A gránátvetők célzott lőtávolsága 1700 méter, lőszerjavadalmazása 300 gránát/gránátvető. A gránátok adagolása rakaszokból történő hevederes adogatás, ahol a heveder hossza 300 lőszer befogadására képes. Így nem szükséges a heveder, illetve a rakasz cseréje. Az automata gránátvető célzását az Agat-MP (Агат-МП) nappali/éjjeli célzóműszer segíti, amely két síkban stabilizált, ezzel nagyban elősegíti a tűzvezetést a harcjármű álló, illetve mozgó helyzetében is.

A 30 mm-es gépágyú a velük párhuzamosított 7,62 mm (6P7K) PKTM géppuska és a harckocsi-elhárító rakéta-komplexum a vízszintes síkban teljes 360°-szögben képes célra állni [90]. A függőleges síkban a fő fegyverzet -5° és +45°-ban képes mozogni, ez elegendő a magasan fekvő célok (mint az épületek felső emeletein elhelyezkedő célok) és az alacsonyan repülő légi célok (kisebb repülőgépek, helikopterek, drónok) leküzdéshez. A gránátvetők -5° és +25°-ban képesek mozogni a függőleges síkban [90].

A fegyverrendszert korszerű tűzvezető rendszerrel látták el. Az irányzó célzóeszközei közé tartozik a kombinált op-

tikai, hőkamerás célzórendszer, lézeres célzó és távolságmérő rendszer, valamint a páncéltörő rakétakomplexum irányító rendszere. A megfigyelőrendszer két síkban, függetlenül stabilizált, nappal és éjszaka 7000 méterig alkalmas a célok észlelésére. A parancsonki panorámás figye-lőrendszer, amely a torony jobb hátsó részén helyezkedik el, ugyancsak többcsatornás, amely kiegészül lézeres távolságmérővel és elektronikus képernyővel. A monitoron a parancsnok akár a lövegkezelő irányzórendszerének a képét is képes megjeleníteni. Az irányzórendszer vezérlése kettőzött, így a parancsnok is képes átvenni a teljes toronyfegyverzet tűzvezetését. A tűzvezetést löelemképző (ballisztikai) számítógép, a célrávezető/célon tartó automata és az érzékelők teljes rendszere segíti.

A harcjármű navigációs és helyzetmeghatározó rendszere a NAVSTAR/GLONASS rendszert alkalmazza.

A harcjármű-védelemre nagy hangsúlyt fektettek a tervezők. Az átfogó védelmi rendszere hatékonyságban megegyezik egyes fejlett harckocsik védelmi rendszerével. A páncéltest első részét a T-90-es harckocsihoz fejlesztett RELIKT reaktív védelmi rendszer védi, azonban a T-90-estől eltérően, itt a rendszert nemcsak az első részen, hanem a harcjármű oldalain, valamint a hátulján is elhelyezték. A jármű hátsó részein (motor, kipufogó, hűtő) a védelem fokozása érdekében további, kumulatív lövedékek elleni rácsozatot is elhelyeztek (38. ábra). A harcjármű üzemanyagtartályait a páncéltest első-oldalsó részeiből a jármű közepébe, illetve a hátuljába helyezték. Az üzemanyagtartályok elszigetelt belső térbe kerültek, amelyeket erős páncélzattal vettek körül. Az esetleges találatkor ez lokalizálni tudja a tüzet és megakadályozza a gyors továbbterjedését. Az áthelyezett üzemanyagtartá-

lyok miatt felszabadult helyre a gránátvető kezelők küzdőtereit alakították ki.

A 47 tonnás harcjárművet a korszerű 735 kW-os (1000 LE) V-12 turbódízel V92S2 motor hajtja, amellyel a jármű műúton meghaladhatja a 60 km/h sebességet. Hatótávolsága 550 km. A hat futógörgő felfüggesztését a T-72-es harckocsival megegyezően, torziós rugók és lengéscsillapítók látják el. Lejtómászó képessége 30°, illetve hátrafelé 25° gázlóképesége 1,2 m menetből, (1,8 m rövid előkészítés után) és 5 m légzőcsővel. Árok-áthidaló képessége 2,7 m, lépcsómászó képessége 0,85 m. Beszámolók szerint ezzel a harceszközzel már a szíriai hadszíntéren is értékes tapasztalatokat szereztek [86]. A harcjármű cikkben ismertetett változata a nagyközönségnek először a 2018-as moszkvai győzelem napi díszszemlén mutatkozott be.

A következő részben a díszszemlén következő, korszerű tűzérségi eszközökkel foglalkozunk.

(Folytatjuk)

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [67] Г. В. Арменакович, Д. В. Григорьевич, Е. А. Иванович, Л. С. Витальевич, Я. В. Петрович. Способ защиты объектов от средств поражения. 2006.11.20. szabadalom (szabadalmi szám: 2287763), (Описание изобретения к патенту), Orosz Föderáció Szabadalmi Hivatala;
- [68] „Источник: танк на платформе «Армата» получил динамическую защиту нового поколения”, Подробное на ТАСС 2016.06.16., Letöltve: 2019.09.23. <http://tass.ru/armiya-i-opk/2044862>;
- [69] „Аматут” снабдили уникальной динамической защитой, и-Маш, 2015.06.16 Letöltve: 2019.09.23. http://www.i-mash.ru/news/nov_otrasl/67770-armatu-snabdili-unikalnoj-dinamicheskoi.html;
- [70] „Армата” получила защиту от уранового оружия. Новейший комплекс активной защиты справится с бронебойными «ломиками, летящими с гиперзвуковой скоростью» Алексей Рамм, Известия, 2016.09.22., Letöltve: 2019.09.23. <https://iz.ru/news/633700>;
- [71] „Уралвагонзавод” модернизирует 150 танков Т-72Б российской армии, 2016.03.10, Lenta.ru. Letöltve: 2019.09.17. <https://lenta.ru/news/2016/03/10/t72b3/>;
- [72] „Дизельный двигатель В-92С2, ЧТЗ-УРАЛТРАК”, 2017.09.17., Letöltve: 2019.09.17. <http://chtz-uraltrac.ru/catalog/items/228.php>;
- [73] „Двигатель ближайшего будущего” Вадим Собин, Военное обозрение, 2011.10.09, Letöltve: 2019.09.23. <https://topwar.ru/7491-dvigatel-blizhayshego-buduschego.html>;
- [74] Иван Иванов „Современный российский дизельный двигатель.” 2014.08.02, Letöltve: 2019.09.23. <https://war-tundra.livejournal.com/2424977.html>;
- [75] „Сверхмощный танковый мотор поступит на вооружение российской армии. Форсированный дизельный двигатель В-92С2Ф успешно прошел испытания и получил документацию для серийного производства.” 2017.11.28, Вадим Колесников, „ЗВЕЗДА”, Letöltve: 2019.09.23. <https://tvzvezda.ru/news/opk/content/201711281457-j66r.htm>;
- [76] „Модернизированный танк Т-72Б3М, BTC «БАСТИОН»,” Уралвагонзавод, Департамент

информации и массовых коммуникаций Министерства обороны РФ, 2017.05.13., Letöltve: 2019.09.23. <http://bastion-karpenko.ru/t-72b3m-tank/>;

- [77] Majumdar, Dave. „Russia's First Post-Syria Move: Stronger T-72 Battle Tanks,” 2016.03.15, Letöltve: 2019.09.23. <https://nationalinterest.org/blog/the-buzz/russias-first-post-syria-move-stronger-t-72-battle-tanks-15500>;
- [78] „Новые Т-72Б3М покажут на Параде Победы” 2017.04.31, Letöltve: 2019.09.23. <http://tehnoosk.ru/node/2685>;
- [79] РИА Новости. „Партия танков т-7263 поступила в части первой танковой армии в подмосковье,” 2017.02.09, Letöltve: 2019.09.23. <https://ria.ru/20170209/1487602619.html>;
- [80] „„Нии стали” на пороге новых открытий О, вкладе российских разработчиков в создание динамической защиты военной техники,” Армейский сборник 2015.11: pp. 42-46, Letöltve: 2019.09.23. http://sc.mil.ru/files/morf/military/archive/AC_11_2014_0.pdf;
- [81] ДЗ “реликт” на т-72м, т-90см, бмпт, научно-исследовательский институт стали, 2015.10.13. http://www.niistali.ru/products/military/relict/relikt_t72m_t90sm_bmpt/;
- [82] А. Тарасенко. „Динамическая защита танков. СССР, РФ,” http://btvt.narod.ru/4/kontakt5_.html;
- [83] Дмитрий Литовкин. „Танкам Т-72 прописали “Реликт”. “Уралвагонзавод” получит крупный заказ на модернизацию танков,” Известия 2016.03.10, Letöltve: 2019.09.23. <https://iz.ru/news/605953>;
- [84] „Комплекс программно-аппаратный (АВСКУ),” “Электросигнал” каталог, Letöltve: 2019.09.23. http://www.sozvezdie.su/catalog/sredstva_svyazi/kompleks_programmnoapparatniy_avskue/;
- [85] „Снаряд с готовыми поражающими элементами,” Одинцов В.А. I, © FindPatent.ru - патентный поиск, 2012-2019, Letöltve: 2019.09.23. <http://www.findpatent.ru/patent/214/2148244.htm>;
- [86] „Terminator” in Syria: Russian Tank Support Vehicle ‘Tested in Combat Terminator’ in Syria,” 2017.07.03. Letöltve: 2019.09.23. <https://sputniknews.com/military/201707031055187372-russian-terminator-syria-test/>;
- [87] А. Тарасенко. БМПП «Рамка-99», Боевая машина поддержки танков;
- [88] С. А. Гусев. „Боевая машина поддержки танков, (Вестник бронетанковой техники, №7. 1991.)” Letöltve: 219.09.23. http://btvt.info/5library/vbtt_1991_bmpt.htm;
- [89] А. Тарасенко, „Боевая машина поддержки танков. История и перспективы,” Letöltve: 2019.09.23. http://btvt.info/4ourarticles/bmpt_future/bmpt_future.htm;
- [90] В. Б. Домнин, Н.Л. Молодняков, В.М. Неволин. „Комплекс вооружения боевой машины поддержки танков (бмпт) - многоцелевой машины огневой поддержки. (ФГУП «Уральское конструкторское бюро транспортного машиностроения»)” Letöltve: 2019.09.23. http://btvt.info/1inservice/tom3_bmpt_weapon.htm;
- [91] „Уралвагонзавод” раскрыл истинную мощь “Терминатора” 2018.04.19., Letöltve: 2018.09.11. <https://lenta.ru/news/2018/04/19/rt/>;
- [92] „Ракета управляемая 9М120 (9М120Ф) «АТАКА»” Letöltve: 2019.02.21. <http://zid.ru/produksiya/protivo-tankovoe-vooruzhenie/4066/>.

Laczkó Balázs*

A szovjet Lira (NATO-kód: Alfa) osztályú atom-tengeralattjárók

I. rész

TERVEK

Alighogy 1958–59-ben szolgálatba álltak az első generációs szovjet atomtengeralattjárók, máris megkezdődött utódaik tervezése. A Projekt 627 típusjelű (NATO-kód: November) vadásztengeralattjárók, és az azon alapuló, de rakétaindító szekcióval kiegészített Projekt 658 (Hotel) osztályú egységek kialakításuk, és harcászati jellemzőik alapján is inkább átmeneti típusnak számítottak. Rögtön hozzákezdtek a következő generációs hajók felvázolásához, amihez először is az alapvető követelményeket kellett meghatározni. Egy „hagyományos”, nukleáris támadó tengeralattjáró mellett egy könnyebb és gyorsabb „elfogó” ötlete is felmerült. Ez utóbbinál az elméleti szakemberek a gyorsaságra helyezték a hangsúlyt: úgy gondolták, hogy erre nagyobb szükségük lesz, mint a „lopakodásra”, vagyis a halk üzemmódra. A sebességet lényegesnek tartották a kedvező pozíciók felvételére mind hadászati, mind harcászati szinten. Számukra elsődleges volt például egy amerikai hordozókötelék gyors megközelíthetősége. Nem volt mellékes az sem, hogy bár új atomreaktoraik kompaktabbak voltak ellenlábasaikénál, de egyben zajosabbak is,

1. ábra. A Projekt 673-as. A szinte tökéletesen áramvonalas test a kis méretekből adódó kevés rekeszen kívül a korabeli elrendezést követi; ilyen a torpedóvető csövek elülső kivezetése



eleve rontva hajóik rejtettségén. Valószínűleg úgy gondolták, hogy harc közben a nagyobb teljesítményű tengeralattjárókkal fölénybe kerülve, fürgébb manőverekkel megközelíthetik az amerikaiakat.

Ezen elképzelés nyomán jött létre a Projekt 673-as, amely egy torony nélküli tervezet volt. Ezzel a megoldással a test ellenállásának minimalizálása volt a cél az egyébként is igen könnyű és kicsi hajón. A Projekt 673 titánból készült volna, a rendszerek rendkívül magas fokú automatizáltságával, így pedig csekély létszámú személyzettel. Egy folyékonyfém-hűtésű reaktor 29,4 MW (40 000 LE) teljesítménnyel hajtotta az egyetlen hajócsavart. Ez a koncepció újdonság volt, szakított az addig alkalmazott tervekkel, amelyek alapján a szovjet tengeralattjárókat két vagy három hajócsavarral hajtották. A csupán 1500 t felszíni vízkiszorítású típus 40 csomó feletti sebességet ért volna el. Felszíni menetben egy kitolható állás szolgált hídként. Mindezekkel azonban a 673-as annyira innovatív, azaz szokatlan volt, hogy helyette szovjet haditengerészet egy hasonló alapokon nyugvó, de konzervatívabb tervet szeretett volna megvalósítani. Így született meg a Projekt 705.

A Szovjetunió Kommunista Pártja Központi Bizottsága és a Miniszterek Tanácsa 1960. június 23-án elfogadott, 704–290. számú közös határozata kimondta, hogy a benyújtott tanulmánytervek alapján megkezdhetik az immár Projekt 705 Lira (Лира) jelölésű, forradalmian új technológiájú tengeralattjáró részletes tervezését. Az év végére két akadémikus, A. I. Lejpunskij és A. G. Joszifján is csatlakoztak a fejlesztéshez.

A torony nélküli tervezet utódjának kidolgozása során, a mérnökök szeme előtt a Projekt 673-asnál már bemutatott elgondolások lebegtek. Először is, az új hajót – hogy legalább 40 csomó (74 km/h) sebességet érhesen el –, nagyon kis méretűre kellett tervezni. Eredetileg csak 1500 t vízkiszorítást akartak megengedni, ami egy nem part menti bevetésekre tervezett, atomhajtású tengeralattjárónál valóban extrém alacsony lett volna. Ezzel összhangban a személyzet (amely csak tisztekből állt) létszámát drasztikusan

ÖSSZEFOGLALÁS: Alighogy 1958–59-ben szolgálatba álltak az első generációs szovjet atom-tengeralattjárók, máris megkezdődött utódaik tervezése. Az új típust hosszú fejlesztés, jól átgondolt tervezés útján valósították meg. Bár szakítottak az első elképzelések merész terveivel – mint pl. a torony nélküli atom-tengeralattjáróval és a mindössze 6–7 fős személyzettel(!) – a Projekt 705 Lira típus a maga korában így is az egyik legkorszerűbb, leggyorsabb és legnagyobb merülési mélységet elérni képes egységnek számított nemcsak a szovjet, hanem más nemzetek tengeralattjáróihoz mérve is. Az újításokat képviselte többek között a kis méretű, folyékony fémrel hűtött atomreaktor és titánnal ötvözött nagy nyomásnak ellenálló acéltest – igaz ezek váltak később a visszatérő hibák forrásává is. A nyugaton is legendává vált vadásztengeralattjárónak a NATO az Alfa kódnevet adta.

KULCSSZAVAK: atom-tengeralattjáró, Projekt 705, Lira, Alfa osztály, folyékony fémrel hűtött reaktor, ólom-bizmut eutektikum, mentőkabin, rakéta-meghajtású torpedó, Severodvinszk, Északi Flotta

ABSTRACT: Just as the first-generation Soviet nuclear submarines were entered into service in 1958–59, the planning of their offspring had begun. The new type has been implemented through long development and well thought-out design. Although the bold conceptions of the first designs – for example, tower-free nuclear submarine with a crew of 6–7 altogether – was broken, the Project 705 Lira became one of the most advanced, fastest, and deepest submersible units of its time, in comparison not only with the Soviet submarines, but also with the submarines of other nations. The unique design included the small-size nuclear reactor cooled by liquid metal and the hull made from the steel alloyed with titanium and resistant to high pressure, though later they became the source of recurring defects. Alfa was the NATO reporting name of this interceptor submarine which became legendary even in the West.

KEY WORDS: nuclear-powered submarine, Projekt 705 Lira, Alfa-class, nuclear reactor cooled by liquid metal, lead-bismuth eutectic, rescue capsule, rocket-propelled torpedo, Severodvinsk, Northern Fleet.

* Fizikus (MSc). ORCID: 0000-0002-1005-6951

15-17 főre kívánták csökkenteni. Szinte minden tevékenységet automatikus rendszerek végeztek volna. A fejlesztők a stratégiai bombázó repülőgépek személyzetének létszámához hasonlóan, azaz csupán 6-7 fővel terveztek. Kezdetben még nem a szovjet tengeralattjáróknál szokásos, kettős hajótestet vázoltak fel, hanem csak egy szimplát, és ezt is csak három rekeszre osztották volna. Az egyetlen „réteg” tömege könnyebb lett volna, és kisebb felülete révén a sűrűdési ellenállása is lecsökkenne. Egy ideig felfújható légszákakkal is számoltak, amikbe sűrített levegőt töltve, egy elárasztott rekeszsel még a felszínen maradna a tengeralattjáró. Ennek oka a terv által felvázolt, relatíve kevés tartalék úszóképesség volt. A lehetőségeket felmérve azonban, ez utóbbit elhagyták (pedig kísérleteket is végeztek már ehhez), a törzset kettősre cserélték, a rekeszek és a személyzet számát pedig megduplázták (6 db és 29 fő). Ez a növelt létszám is a harmada, de legalábbis a fele volt bármilyen, atommeghajtású tengeralattjáró létszámának akkoriban. A vízkiszorítás is 2000 t fölé nőtt. Ráadásul, hogy a turbina számára kis helyen is nagy gőzmennyiséget tudjanak előállítani, fontolóra vették a gázgenerátor alkalmazását is.

Sokáig kérdéses volt, hogy a megszokott 50 Hz-es, belső áramhálózati frekvenciát használják-e majd, de végül úgy döntöttek, hogy a további fejlesztésekkel járó, de kisebb, könnyebb berendezéseket eredményező, 400 Hz-re térnek át. (Ez hasonló módosítás, mint az évtizedek alatt egyre nagyobb nyomású, de így kisebb busztereket igénylő hidraulikarendszer a repülőgépeken.) A frekvenciáról szóló döntés nehezen, három napon át tartó, folyamatos egyeztetés végére született meg. A súlycsökkentést szolgálta a titán használata is, a szokásos acél helyett. A titán könnyebb, de ellenállóbb, mint az acél, nem hajlamos a korrózióra, továbbá a vasból készülő acéllal ellentétben nem mágneses (paramágneses) anyag, ezért különösen alkalmas tengeralattjárók készítésére, hiszen azokat – a szonáron kívül – mágneses anomáliadetektorral lehet felderíteni. (Emiatt demagnetizálásnak vetik alá az acéltestű hajókat és tengeralattjárókat is.) A test minden korábbiánál nagyságrendekkel hidrodinamikusabb alakot kapott, egyetlen hajócsavarral. A 673-assal ellentétben azonban nem hagyták el a tornyot, de az is igen jól belesimul a testbe. Az új típus számára a 40 csomó feletti sebesség azt jelentette, hogy gyorsabb volt, mint a nagyjából 30, de legfeljebb 40 csomóra képes korabeli, ellene bevethető torpedók. A folyékony fémmel hűtött reaktorra is a 300 t-ás tömegelőnye miatt volt szükség az új tengeralattjárón.

ÓLOM-BIZMUT HŰTÉSŰ ATOMREAKTOR – A PROJEKT 705-ÖS SZÍVE

A Szovjetunió az 1950-es évek legelején kezdte meg (hadi) tengerészeti célokra szánt, folyékony fémmel hűtött reaktorának tervezését. A korábbi, Projekt 627-es és 658-as hajókhoz ugyanis a relatíve egyszerűbb, nyomottvízes technológiát használták fel.

A víz helyett a szovjetek alternatív hűtőközeget kerestek. A választék nem túl széles, különösen egy hadihajón alkalmazandó típushoz. Így jutottak el a tudósok a folyékony fémek használathoz, amelyek közül ugyancsak kevés alkalmas erre a feladatra. Az űrbeli alkalmazásra, a Legenda műholdrendszer esetében a -11°C -on is folyékony nátrium-kálium eutektikumot (NaK-78) választották, de a hajók működtetéséhez, amelyek környezetében közel sem ennyire extrémek a körülmények, az ólom-bizmut eutektikum (44,5% Pb és 55,5% Bi) bizonyult megfelelőbbnek. Összehasonlításként: az USA a korabeli SSN-575 Seawolf szá-



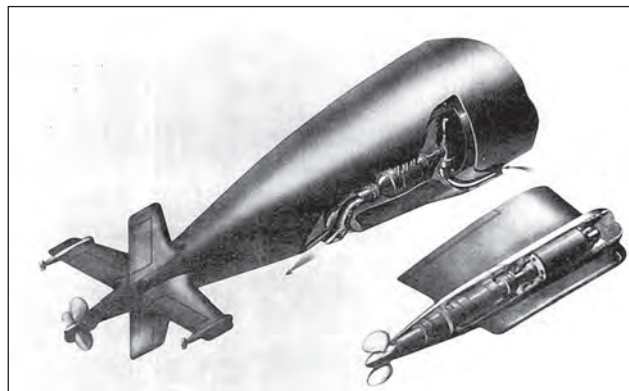
2. ábra. Az első ólom-bizmut eutektikummal hűtött reaktoros tengeralattjáró, a K-27-es, amely a Projekt 627-esen alapult

mára egy nátriumhűtésű típust, a General Electric S2G-t választotta. A nátrium kedvező korróziós és termohidraulikai tulajdonságokkal rendelkezik; mindkét sajátosság rendkívül fontos az atomreaktorok üzemeltetése során. Ezek az előnyök a szerkezeti anyagok és az üzemanyagok terén is jelentős könnyebbésséget jelentenek. Ugyanakkor ez a vegyület heves reakcióba lép a levegővel és a vízzel is, amik mindenhol jelen vannak egy tengeralattjárón.

1962-ben történt meg a következő lépés, amikor a K-27-es, a Projekt 645 osztály egyetlen tagját vízre bocsátották. A Projekt 627A/November osztályon alapuló, módosított egységet két, egyenként 73 MW hőteljesítményű, a Gidropressz és az IPPE által készített RM-1 (máshol VT-1 típusjellel) reaktorral látták el. Ez volt a technológiai demonstrátora az ólom-bizmut hűtésnek. A hajónak folyamatos gépészeti problémái keletkeztek, de a próbákra alkalmasnak bizonyult. 1967-ben még üzemanyagot is cseréltek benne, ami egyfelől a folyamatos folyékony állapot biztosítása miatt nehézséget jelent, ugyanakkor azonban könnyebbésség is, mert a konstrukció miatt a reaktorzónát lényegében egy az egyben kiemelik, és egy újat tesznek a helyére, azaz az üzemanyag-kazettákkal nem kell egyenként foglalkozni. Az új zónának azonban nem sokáig örülhettek, mert 1968-ban a bal oldali reaktor felmondta a szolgálatot.

Az RM-1-esre alapozva kétféle reaktort is fejlesztettek a 705-ösök számára. A korábban elkészült OK-550-ös primer körét hármasan osztott vezetékek képezték, de ennél

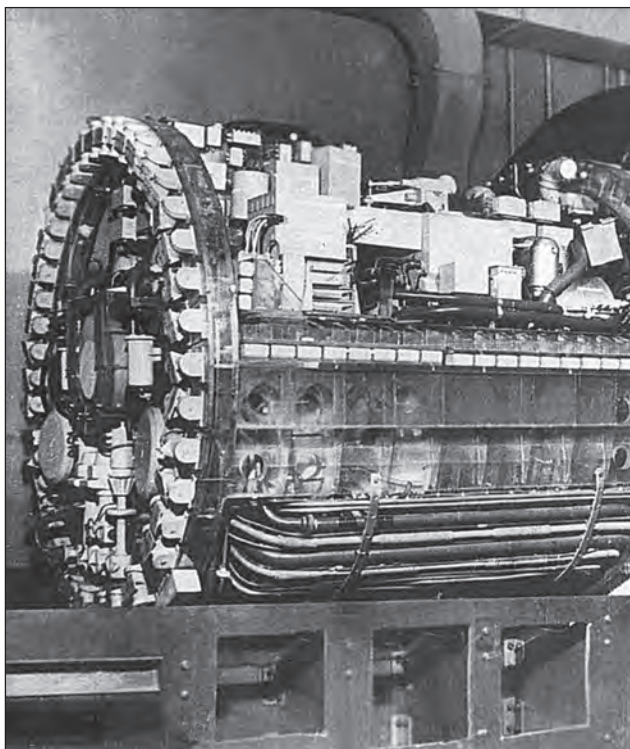
3. ábra. A Projekt 705 Alfa tengeralattjáró törzsének hátsó szekciója, a reaktor utolsó hűtőkörét, illetve a kiegészítő meghajtást szemléltető rajzon



több publikus információ nincs róla. A másik a BM-40A volt, amelynél két, normál módon elkülönített primerköri vezeték és azokon egy-egy főkeringető szivattyú végezte az eutektikum áramoltatását. A gőzfejlesztő típusa MP-7M. Egyes eszközöket (valószínűleg elsősorban a szivattyúkat) pneumatikus amortizátorokon helyezték el, hogy csökkentsék a hajótestnek átadott rezgéseket, vagyis a tengeralattjáró keltette zajt.

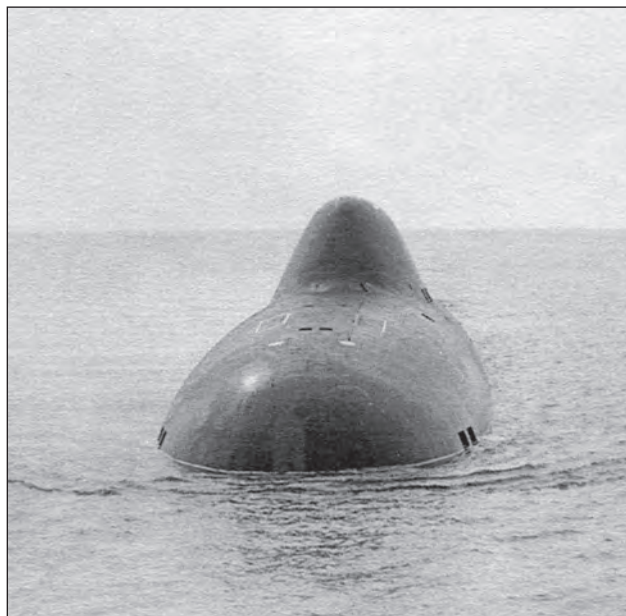
AZ ATOM-TENGERALATTJÁRÓ BELSŐ FELÉPÍTÉSE

A reaktorok ugyan különböztek az egyes hajókon (lásd később), de az egyetlen, OK-7 típusú gőzturbina azonos volt. Ezt a berendezést a Kalugai Turbinagyár szállította a hajókhoz, amely egyébként addig sosem gyártott tengeré-



4. ábra. Az OK-7-es turbina a gyárban

5. ábra. Egy, az 1970-es években készült fotón jól látható a fő hajtómű szabadon hagyott ötlapátú hajócsavarja. Ez egyébként a tengeralattjárók egyik legtitkosabb része. A merülési kormányok végeihez közel a segédmeghajtás két-ágú hajócsavarjai



6. ábra. A hidrodinamikus formájú és kis méretű K-64 lajstromszámú tengeralattjáró előlről fotózva

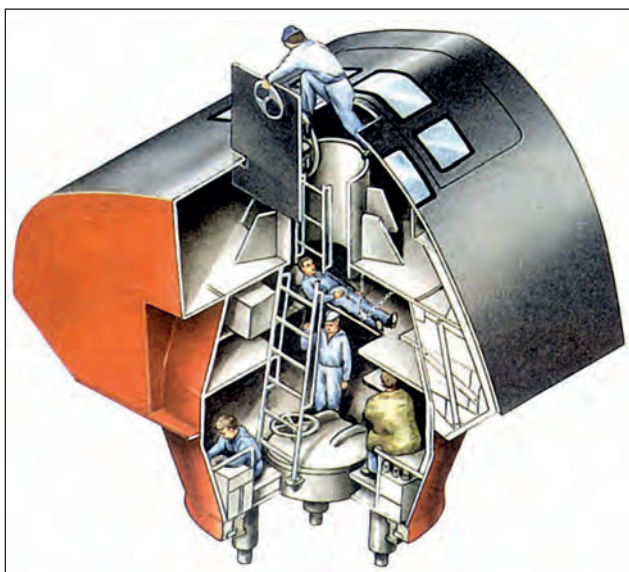
szeti turbinát. Az OK-7(K?) 29,4 MW (40 000 LE) teljesítménnyel hajtotta az egyetlen, ötlapátú hajócsavart.

Két darab, egyenként 1,5 MW-os OK-1,5 turbógenerátor táplálta a hajó 380V/400 Hz-es villamos hálózatát. Mindkét egység a teljes hálózatot elláthatta. A leírások alapján valószínűsíthető, hogy a két segédhajtóművet is ezek árama látta el energiával, egyenként 100 kW (136 LE) teljesítménnyel. Ezeken kétágú hajócsavarok voltak, feltehetően azért is csak ennyi ággal, hogy használaton kívül a vezérsíkokhoz valamennyire illeszkedve ne keltsenek feleslegesen ellenállást. A reaktor összteljesítményhez mért hatásfokát körülbelül 21%-ban állapították meg. Vészhelyzet esetére egy 500 kW-os (680 LE) dízelgenerátor látható el a fő fogyasztókat, és feltételezhetően a segédhajtóműveket is. További hálózati elemként egy 112 cellás ezüst-cink akkumulátortelep is rendelkezésre állt.

A szovjet tengeralattjáróknál szokásos kettős burkolat külső héját a moszkvai CAGI-ban (Központi Aero- és Hidrodinamikai Intézet) K. K. Fegyajevszkij irányításával is tesztelték, hogy megtalálják az optimális alakot. De nem csak emiatt vizsgálták a modelleket, hanem a víz alatti

7. ábra. Egy dokkban álló Projekt 705-ös tornyáról készült közeli fotó, amelyen látszik a felhajtható szélvédő és a nyitott búvónyílás is





8. ábra. A személyzet minden korábbinál nagyobb esélyt kapott a menekülésre a toronyba illeszkedő mentőkabin beépítésével. A Lira esetében a kabin egyben a légénység felszíni menetben való figyelőállását is adta, ezen volt a jellegzetes, felhajtható szélvédő is, behajtott állapotában teljesen belesimulva a külső kontúrba

robbanásokkal szembeni ellenállás fokozása érdekében, valamint az aktív szonárral történő felderíthetőség csökkentése érdekében is. Ha már nagy tempó esetén passzívan könnyen érzékelhető volt a Projekt 705-ös, legalább az aktív észlelését próbálták megnehezíteni. A kettős burkolat nem a hajótest végéig tartott, a reaktor rekesze mögött egyszeres héjszerkezetre váltottak a mérnökök. Ennek – a tömegcsökkentés mellett – a fő oka az egyre vékonyodó törzsben a belső helykihasználás biztosítása lehetett. A harmadik, vagyis a személyzet által használt szekció külön, ívelt nyomásálló válaszfalakkal készült, és önállóan is ellenállt az előírt maximális mélységben uralkodó nyomásnak. Ez egy plusz biztonsági faktor volt, amely számos szovjet típust jellemez.

A torony – különösen sima alakja mellett – két további újdonsággal is bírt. Bár a felszínen nem tudott 40 csomóval haladni a tengeralattjáró, mégis egy felhajtható szélvédőt szereltek fel rá. Más hajókon – ha hasonló alkatrészrel szerelték fel azokat – egy eleve zárt(abb) állást építettek be, fix ablakkal. Emellett Ulrich Gabler német mérnök ötlete alapján egy, a teljes személyzetet befogadni képes mentőkabin alkotta a torony első részének egy szakaszát. Ez az elem nyomásálló volt, és segítségével az egyébként süllyedő tengeralattjárót is biztonságosan elhagyhatta a személyzet. Úszóképessége révén a leválasztott mentőkabin ezután a felszínre emelkedett, és némi ellátmánya és jelzőeszközei segítségével, a személyzet elvileg pár napig túlélhetett benne, illetve gumicsónakokban körülvette. A Lira kis létszámú légénysége esetében a mentőkabinat könnyebb volt beépíteni, mint a többi típus 100 fő nagyságrendű személyzete számára. Ahogyan a mentőkabin, úgy behúzott állapotban az összes periszkóp és antenna is teljesen belesimult a toronyba. A sima áramlást lehetővé téve – amikor használaton kívül volt – ugyanígy minden nyílást le lehetett zárni a külső testen. Ez korábban, főleg a vízbeeresztő nyílások esetén, egyáltalán nem volt általános.

Számos későbbi típussal ellentétben, a Projekt 705-ös orrát még nem foglalta el teljes egészében a szonárrendszer. Az orrban felül 6 db, szabványos, 533 mm-es torpedóvető

csövet helyeztek el, alattuk a szonárral. A 3. rekeszben, a légénységi tér alsó szintjét foglalták el a konyha és a 12 fős étkezőhelyiség. A tengeralattjáró 50 napos küldetésekre elegendő ellátmányt tudott magával vinni. Középen helyezkedtek el a légénységi szállások, amelyekhez mosdó és zuhanyzó helyiség, valamint az orvosi szoba tartozott. Az egyetlen vezérlőterem a felső szinten működött, és bár végül a személyzet létszáma 31 (32?) főre nőtt (egyedül a szakács nem volt tisztí rendfokozatú), valójában 8 fő szolgált váltásban a harci feladatokra – és néhányan még egyéb tevékenységekre. Mivel minden automatikusan funkcionált, a tengerészek alig hagyták el a 3. rekeszt. A többi rekesz nem volt alkalmas a hosszabb ott tartózkodásra. Az operátorok mindent az irányítópultok műszereinek segítségével, illetve néhány esetben tévékamerákon keresztül figyeltek. Készült olyan, a Projekt 705-ösök belsőjét feltáró rajz, amelyeken a hat rekeszen felül két nagy részre osztották a hajót: az első három a normál hozzáférésű, a második három pedig a korlátozott hozzáférésű jelzőt kapta. Azaz a fegyverzethez és a berendezésekhez hagyományos módon hozzá lehetett férni, a gépészeti berendezésekhez azonban nem. Ez, a 3. rekesztől hátrafelé elsősorban a rendes szintek, közlekedőfolyosók, világítás stb. hiányát jelentette.

ELEKTRONIKUS RENDSZEREK

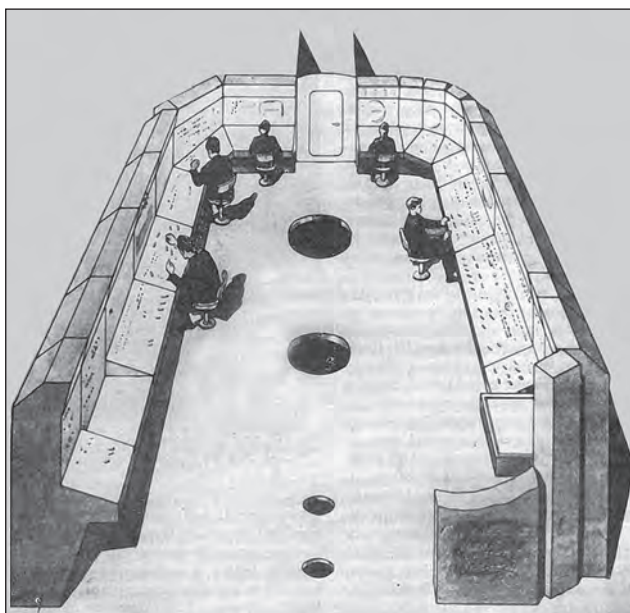
A műszaki oldalról a Ritmus (*Ритм*) számítógépes rendszer fogta össze a reaktort, a meghajtást, az elektromos hálózatot és az egyéb berendezéseket. A Ritmus az egyik legfontosabb tényleges eszköze volt annak, hogy automatikus és – a korabeli értelemben véve – teljesen integrált rendszerek vegyék át a reaktor kezelését, így szükségtelessé téve annak karbantartó és kezelőszemélyzetét. A tengeralattjáró manővereit a Boxit (*Боксит*) rendszer fogta össze, és a térbeli mozgás során a trimmelést a Tan (*Тан*) rendszer végezte. A Boxittal elvileg a hajó képes volt emberi beavatkozás nélkül akár egy előre programozott útvonalat, minden manőverrel együtt, megtenni.

A harci információk és parancsnoki komplexum az MVU-711 Akkord (*Аккорд*) nevet kapta. Utóbbit az A. A. Kulakov Művek készítette (később Gránit Központi Kutató Intézet, majd Gránit-Elektron Konzern, amely napjainkban az NPO Masinosztrojenija része). Az Akkord segítségével minden gépesítve történt, a torpedókat – emberi beavatkozás nélkül – a hidropneumatikus rendszer töltötte. Az indítás immár a teljes merülési tartományban lehetséges volt.

Az Akkord a korabeli elektronika csúcspontja jelentette; minden szenzor adata oda futott be, és az operátorok ezen a rendszeren keresztül adták ki az utasításokat. Természetesen az elsődleges érzékelő a CNII Morfizpribor készítette MGK-1000 Óceán (*Океан*) szonárrendszer volt, amely a víz alól gyűjtötte be az akusztikus információt. Az MGK-1000-est fejlesztő csoport teljesen független fejlesztési pénzekkel, felelősökkel, erőforrásokkal stb. rendelkezett, bár a berendezés kifejezetten a Projekt 705-ös számára készült. Számos alrendszert foglalt magába:

- a Jenyiszej (*Енисей*) passzív szonárt (MGK-1001),
- a Szig (*Сиз*) aktív szonárt,
- a Lucs (*Луч*) akadály- és aknakereső szonárt,
- a Rosza (*Роса-705*) helymeghatározó (navigációs) szonárt (máshol *Rosza-P*),
- a Tisza (*Тисса*) akusztikus mélységmérőt, és
- a Szever (*Север*) jégvastagságmérő szonárt.

A tűzvezetést a Szargan (*Сарган*) komplexum végezte. Tekintettel a kis méretekre, a Projekt 705-ös nem rendelke-



9. ábra. A Lira irányítása ebből az egyetlen teremből történt. A kapitány helye elvileg a jobb felső, ferde pultnál van



10. ábra. A felszíni menetben haladó tengeralattjáró majdnem minden, a toronyban lévő eszköze kitolva látható. Balról jobbra: Veszlo-P rádióiránymérő, Topol kommunikációs antenna, Csibisz radar, Szigнал periszkóp, Ajva kommunikációs antenna. A Topol és az Ajva több másik szovjet tengeralattjárón is megtalálható, hogy a közös kommunikációs hálózathoz valamennyi berendezés tudjon csatlakozni

zett erős fegyverezettel, de feladatához – az ellenséges tengeralattjárók és hajók leküzdése – megfelelt a 18 (néhol 20) torpedós javadalmazás. Ebből, a tengeralattjáró kifutáskor 6-ot a csövekbe töltve, 12-t pedig a torpedóteremben helyeztek el. Lényeges, hogy a Lira számára egy teljesen automatikus, gyors, hidraulikával és sűrített levegővel működő vetőcső-betöltő rendszert készítettek el. Ennek révén a tűzgyorsaság korábban soha nem látott mértékű lehetett.

FEJVERZET

Az 533 mm-es, szabványos átmérőjű csövekből alapvetően a SzaET-60M (CAЭT-60M) és a SzeT-65 (CЭT-65) típusokat indíthatták – ez utóbbi, nevével ellentétben nem a nagyobb 650 mm-es típus.

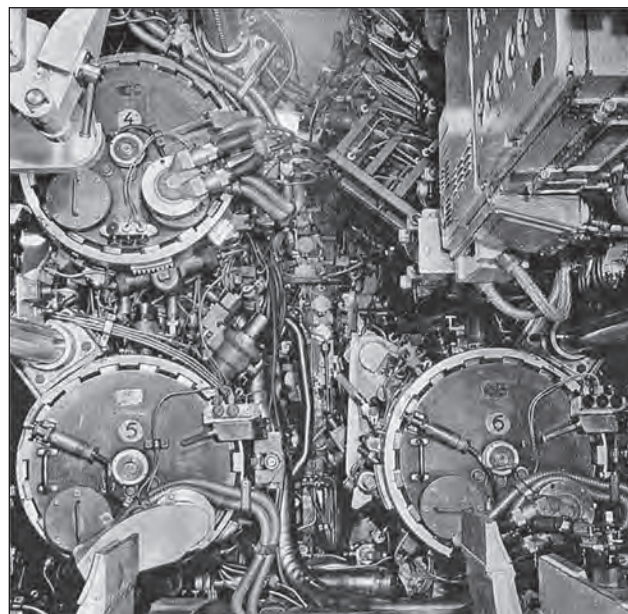
A SzaET-60 a szovjet tengerészetnél széles körben alkalmazott típus, amelyet 1961-ben rendszeresítettek.

Az NII-400 Hidropribor (Гидроприбор – szó szerint: vízi műszer) és az SzKB Zavoda Dvigatjel (СБЗ Завода Двигатель, „Motor” Különleges Tervező Iroda Gyára) által közösen, P. V. Matvejev mérnök vezetésével tervezett torpedó sorozatgyártását a Dagdízel (Дagdízель, vagy 182. sz. üzem) végezte. A torpedó passzív szonárja révén találta meg célját, amelynek 16-24 csomós sebessége esetén 600-800 méterről észlelte azt. A DP-2(M) típusú elektromos meghajtást a ZET-1 (ЗЭТ-1), 46 cellás ezüst-cink akkumulátor táplálta, illetve a ZET-1M „szivacsos” cinket tartalmazó változat a '69-ben bevezetett SzaET-60M-nél. Az akkumulátor 8 évig bármikor bevezethető volt, mivel az elektrolit csak indítás előtt, mesterséges hőhatásra került be a cellákba, addig szilárd halmazállapotban van (ún. termoakkumulátor). Maga a teljes fegyver 1 évig állhatott készenlétben karbantartás nélkül. A források a sebesség és hatótávolság tekintetében nem teljesen egybeesőek, de koaxiális propellerével az alap és a továbbfejlesztett M variáns is kb. 40-43 csomóra és 12-15 km-re képes. A 7,80 m hosszú, 1855 kg-os torpedó 300 kg-os, hagyományos robbanófejet vitt magával, amelyet közelségi gyújtó aktivált.

Létezett egy 2000 kg-os, 20 kt-s atombombával szerelt változat is ebből a sorozatból, amelynek nem volt külön jele, illetve az a nyilvánosság számára ismeretlen. A SzaET a Szamonavodjaszjaszja Akuszticeszkaja Elektricseskaja Torpeda, azaz elektromos hajtású, akusztikus célkövető torpedó rövidítése. Az egyik forrás szerint a Projekt 705 számára a SzaET-60A-t rendszeresítették, amely a Dagdízel készítette, korszerűbb belső elektronikával ellátott verzió. A Dagdízel a dagesztáni dízelmotorgyár nevének rövidítése; az üzem a Kaszpi-tenger partján lévő Kaszpijszk városában, Dagesztánban van. A gyár ma a Hidropribor része.

Egy, néha a médiában is felbukkanó torpedótípust szintén bevezethetett a Lira: ez a VA-111 Skval (BA-111 Шквал) rakétameghajtású torpedó. Ezt a különleges fegyvert nem a Hidropribor, hanem az elsősorban a repülőgép-fedélzeti

11. ábra. Egy Lira osztályú tengeralattjáró jobb oldali három torpedóvető csöve. Az elektromos, pneumatikus vezeték- és csőtenger működtette a teljesen automatizált torpedótöltő berendezést, lehetővé téve az emberi beavatkozás nélküli gyors utántöltést

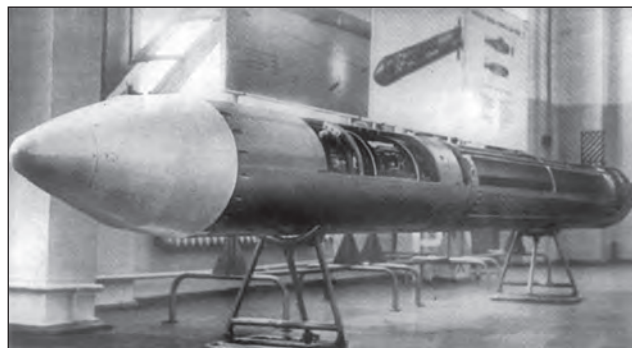


fegyvereiről ismert NII-24 Régió Tudományos-Termelési Társaság készítette el. A Szovjetunió már 1956-tól kísérleteket folytatott egy szuperkavitációs torpedó létrehozása érdekében. A szuperkavitáció a kavitációs jelenség nagyobb léptékű, és azzal ellentétben az adott esetben kívánatos a megvalósulása. A fizikai háttér azonos: egy, folyadékban nagy sebességgel haladó test (akár egy szivattyú lapátkereke) mögött olyan alacsonyra eshet a nyomás, hogy a folyadék forráspontja leesik a környezeti (nem is magas) hőmérsékletre, amiktől kis méretekből buborékok képződnek. A szuperkavitáció során ezt a jelenséget felhasználják egy nagyobb méretű test igen nagy sebességű haladásának elősegítése érdekében. A test, azaz a jármű, a létrejött gázbuborékban haladva és az orrát leszámítva, csak a vízgőzzel érintkezik. Ebből következően sokkal kisebb közegellenállással kell számolni, vagyis a hagyományos, víz alatti meghajtásokhoz (kb. max. 60 csomó) képest többszörös sebességet (200+ csomó) érhet el. Természetesen a nagy sebességhez és a gázbuborék létrehozásához nagy energiára van szükség, ami jelenleg rakétamotorral valószínűsíthető meg. Ez azért is célszerű, mert alacsony tempónál – amíg a buborék nem elég nagy a hidrodinamikai viszonyok következtében – a rakéta gázait a jármű teste köré fújva –, a hiányzó gázmennyiség kipótolható.

Maga a VA-111-es a minisztertanács 1960-as határozata alapján készült, kezdetben I. L. Merkulov irányításával, illetve a CAGI segítségével. Az alapelvárás a 100 m/s (194 csomó) sebesség volt. Bár '63-ban lezárták a tervezést, a próbák az M-4, majd M-5 nevű kísérleti verziókkal nagyon nehezen haladtak, ezért csak 1977 novemberében rendszeresítették a közben VA-111-esre átnevezett fegyvert. A kifejlesztését a Régió iroda '78-ban megkapta a Munka Vörös Zászló Érdemrendjét, 78 munkatársa állami kitüntetésben részesült, közülük négyet a Szovjetunió Állami Díjával jutalmaztak.

Távoli célok ellen az RPK-2 Vjuga (Вьюга – NATO-kód: SS-N-15) nevű rakétatorpedót használhatták, amely akár 10-40 km között volt bevethető. Az OKB-8-as és OKB-9-es közös termékét, amely 533 és 650 mm-es verzióban is létezett, 1969-ben rendszeresítették. A Projekt 705-ös természetesen a kisebbet alkalmazta, amelyet Vjuga-53/81RA néven is említenek. A vetőcsőből vízszintesen indított fegyver a vízfelszínre tör, ott rakétamotorja beindul (indító, majd utazó fokozat), rácsos kormányfelületei kinyílnak. A levegőben szuperszonikus sebességgel, ballisztikus pályán

12. ábra. Ezen a képen látszik a Skval hatalmas mérete, valamint a nyitott „vezérsíkok” is. Az orrban az egyik lényegi rész a kavitátor. Megfigyelhetők a hozzá kapcsolódó mozgatórudak, illetve az éles határfelületet adó tárcsa is



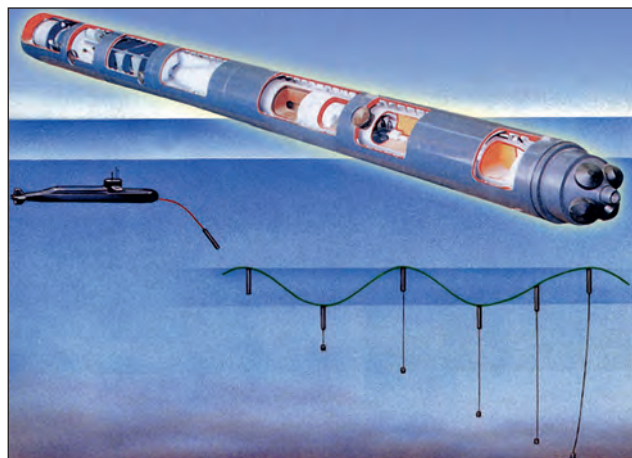
13. ábra. Archív fotó a Vjuga-53-ról. Hátról megfigyelhető a felnyitott rácsos vezérsík

teszi meg útja nagy részét, inerciális vezérléssel. A célnál vízbe csapódó eszközről leválik a 81RA mélységi bomba, amely kis mérete miatt és irányítás híján nukleáris töltetű, 5 kt hatóerővel. Ez a fegyver 1500 m-es körzetben a tengeralattjárókra végzetes, és az eszköz 600 m mélységig működőképes. Az 1800 kg tömegű, 8,2 m hosszú Vjuga 40-60 m mélységből indítható. Általában 3-4 db-ot vittek magukkal a tengeralattjárók, mivel külső célinformációkat kellett venni a hatótávolság kihasználásához, ami korlátozta a bevetetőséget.

A támadó fegyvereken felül a szovjetek előszeretettel használták az ún. aktív aknákat, amelyekkel kapcsolatban a második világháborútól kezdve jelentős tapasztalattal rendelkeztek. Ezek első típusai a tengerfenékhez horgonyzott aknák voltak, amelyekből kifejlődtek a sokkal komplexebb, aktív típusok. Ezek hosszú ideig működőképes passzív szonárjuk révén észlelték a célokat, majd indították rájuk a harci részüket. A PMR és PMT sorozatokat eltérő módon, rakétahajtású aknával, illetve torpedóval látták el. Ezek váltak le a szonárt és akkumulátorokat tartalmazó részről, ha utóbbi erre utasítást adott. A fő előny – elsősorban a torpedós típusoknál – az volt, hogy az akna telepítési helyétől akár több száz méterre lévő célt is támadhattak, sokkal nagyobb effektív kiterjedést biztosítva így az akna-mezőnek.

A Lira számára a PMR-1-es egyike volt a rendelkezésre álló, a fenti elven működő fegyvereknek. Egy 7,8 m hosszú és 533 mm-es átmérőjű acéltokban helyezték el, azaz 4-8

14. ábra. A PMR-1-eséhez nagyon hasonló PMR-2-es metszeti rajza alatt az akna telepítéskori működése (a rakéta maga a jobb oldali részen). A rögzítő horgony addig tekeredik le, amíg a fenékre nem ér, miközben maga az akna megadott mélységben (tartományban) marad



csomó közötti tempónál a torpedóvető csövekből minden további nélkül indíthatták. Ezután a fenékhez érve – amelynek mélysége 200-1500 m lehet – a horgonyt kibocsátja az automata, és az akna kábelén az előre beállított, 195-300 m közötti mélységbe emelkedik. Az 1700 kg-os eszköz függőlegesen állva várakozik, hogy 200 kg-os harci részét, egy rakétahajtású aknát a cél felé lője ki. Mivel önmaga nem manőverképes, cél észlelése esetén az egész eszköz a számított irányba áll be, és így indul be a rakétamotor, amely másodpercek alatt a célhoz juttatja az aknát, ahol az felrobban. Így 30-210 m-es mélységben 6,4-30 csomó között haladó tengeralattjárókat küzdhetek le. A robbanást a beépített időzítő és (akusztikus) közelségi gyújtó váltotta ki – előbbi egy közeli mellélövés esetén is robbantott, bízva legalább a célpont megsérülésében. A PMR-1-es ugyancsak P. V. Matvejev munkája volt a Gidropribornál. Fejlesztése 1961–'70 között, 9 éven keresztül zajlott. Az egészen hasonló, csak mélyebb vízben is bevethető PMR-2-est szintén alkalmazhatta a Projekt 705-ös.

(Folytatjuk)

FORRÁSOK

„Projekt 705 и 705K «Лира» (NATO – «Alfa»)”. Letöltve: 2019.09.16. <http://www.deepstorm.ru/DeepStorm.files/45-92/nts/705/list.htm>;

„Projekt 705 «Лира» АТОМНАЯ ПОДВОДНАЯ ЛОДКА - Project 705 (ALFA class) attack nuclear submarine”. Letöltve: 2019.09.16. <http://xn----7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/guide/navy/pl/mp/705.shtml>;

„Nuclear Submarine Project 705 (705K)”. Letöltve: 2019.09.16. <http://bastion-karpenko.ru/705-apl/>;

Lobner, Peter. *60 Years of Marine Nuclear Power: 1955 – 2015 Part 3: Former Soviet Union & Russia*, 2015. Letöltve: 2019.09.16. http://www.lynceans.org/wp-content/uploads/2015/09/Part-3_Russia-60-ys-of-marine-nuc-power.pdf;

Константин Ришес. „Субмарина-истребитель проекта 705” Letöltve: 2019.09.16. <http://www.porpmech.ru/weapon/16141-submarina-istrebitel-proekta-705/>;

Рябов Кирилл. „Скоростная «Лира»: АПЛ проекта 705” Letöltve: 2019.09.16. <https://topwar.ru/36398-skorostnaya-lira-apl-proekta-705.html>;

„Проектные проработки по АПЛ проекта 705 группы А.Б. Петрова” Letöltve: 2019.09.16. <http://www.deepstorm.ru/DeepStorm.files/45-92/nts/705/pp705.htm>;

Project 705 Lira Alfa class Attack Submarine (Nuclear Powered) Letöltve: 2019.09.16. <http://www.globalsecurity.org/military/world/russia/705.htm>;

„Nuclear-powered submarines. Project 705 Lira, Project 705K Lira, NATO: Alfa Class” Letöltve: 2019.09.16. http://russianships.info/eng/submarines/project_705.htm;

„SSN - Проект 705 Лира (код НАТО: Alfa), ПЛАТ - Проект 705 Лира” Letöltve: 2019.09.16. <http://en.valka.cz/topic/view/893/SSN-Projekt-705-Lira-kod-NATO>;

Вольф Мазур. „ТИТАНОВЫЙ МЕЧ РОССИИ, КОТОРЫЙ МЫ ПОТЕРЯЛИ” Letöltve: 2019.09.16. <http://www.liveinternet.ru/users/ertata/post224574532/>;

„Атомная подводная лодка Лира (проект 705)” Letöltve: 2019.09.16. <http://topgun.rin.ru/cgi-bin/index1.pl?a=units&field=91&unit=2308>;

„Легенда флота: атомная подлодка «Лира»” Letöltve: 2019.09.16. <http://army-news.ru/2013/11/legenda-flota-atomnaya-podlodka-lira/>;

Антон Мардасов. „АПЛ «Лира»: возвращение «подводного истребителя»” Letöltve: 2019.09.16. <http://svpressa.ru/war21/article/143069/>;

Антон Мардасов. „Чудо инженерии – подлодки проекта 705 Лира” Letöltve: 2019.09.16. http://www.veteranrosatom.ru/articles/articles_991.html;

„Nuclear-Powered Ships” Letöltve: 2019.09.16. <http://www.world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/transport/nuclear-powered-ships.aspx>.

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)

HM ZRÍNYI TÉRKÉPÉSZETI ÉS KOMMUNIKÁCIÓS SZOLGÁLTATÓ KÖZHASZNÚ NKFT.

Telephely: 1024 Budapest II., Szilágyi Erzsébet fasor 7–9. • 1276 Budapest 22., Pf. 85 • +36 (1) 336-2030 • www.topomap.hu • hm.terkepzeset@topomap.hu



- Topográfiai térképek
- Fakszimile térképek
- Atlaszok, város- és autótérképek
- Falitérképek
- Szabadidőtérképek
- Légiforgalmi térképek
- Munkatérképek
- Dombortérképek
- Digitális térképészeti adatbázisok
- Egyéb digitális termékek
- Légifilmtári szolgáltatások

• PrePress – Nyomdai előkészítés

- szöveg-, grafika- és képfeldolgozás, kiadványszerkesztés
- ellenőrző nyomatok, digitális proofok előállítás
- bel- és kültéri tablók, bannerek nyomtatása
- hagyományos és elektronikus montírozás, színrebeállítás
- nyomóformák előállítása nyomdai filmről, illetve CTP-technológiával

• Gyorskioszorosítás

- színes és fekete-fehér másolás/nyomtatás 330 x 487 mm méretig

• Press – Nyomtatás

- ofszetnyomtatás négy-, illetve hatszínnyomó gépeken, 89 x 126 cm méretig

• PostPress – Kötészeti feldolgozás

- felületnemesítés fóliázással, laminálással 167 cm szélességig
- hajtogatás, spirálozás, sorszámozás
- összehordás, irkakészítés, ragasztókötés
- kasírozás, táblakészítés, aranyozás
- szortiment könyvkötészet

• Vákuumformázás

- vákuumformázó szerszámok, terepasztalok előállítása CNC-technológiával
- vákuumformázás

ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:

1024 Budapest II., Fillér u. 14.

+36 (1) 212-4540 • ugyfelszolgalat@topomap.hu

Nyitva tartás: hétfő–péntek 9.00–15.00

NYOMDAI GYÁRTÁSELOKÉSZÍTÉS: +36 (1) 336-2035

Gávy György* – Dr. Gyarmati József**

Napjainkban alkalmazott kerekes harcjárművek és fejlesztésük az elmúlt évtizedekben **I. rész**

A kerekes harcjárművek és a szovjet/országi BTR járművek korszerűsítése

ELŐZMÉNYEK

Az elmúlt évszázadok katonai konfliktusai során állandó és visszatérő probléma volt a katonatömegek mozgatása, illetve szállítása. A technikai, valamint az infrastrukturális fejlődés ezt a feladatot a katonai igények minél nagyobb szintű kielégítésével volt képes megoldani. Az általános katonai elvárás úgy lehet megfogalmazni, miszerint a katonát sértetlenül, és lehetőleg olyan állapotban kell a harc megvívásának helyszínére szállítani, hogy az a fizikai képességeinek a legjobb kihasználásával legyen képes kapcsolódni a harctevékenységekbe.

A szállítási lehetőségek az évszázadok során folyamatosan bővültek. Ezek közé tartozott az állati erő, majd a vasút, de a problémát teljes komplexitásában csak a belső motor megjelenését követően lehetett megoldani. A vasúti szállítás és a teherautók csapatszállítás célú igénybevétele nagy előrelépést jelentett, de ezek alkalmazásának az infrastruktúra igénye nagy és összetett. További hiányosság, hogy ezen megoldások védeltséget nem nyújtottak a katonák számára.

A XX. század első felében már megjelentek, de lényegében csak a második felétől terjedtek el azok az eszközök, amelyek:

- védeltséget nyújtottak a kézifegyverek tüze ellen;
- mozgékonyasággal rendelkeztek, hogy képesek voltak a talajutakról letérve a nyílt terepen is közlekedni;
- fedélzeti fegyverrel rendelkeztek, amelyekkel képesek voltak korlátozottan tűztámogatást is biztosítani.

Ezeket az eszközöket gyalogsági harcjárműveknek, illetve lövészpáncélosnak, ha a járószerkezet alapján pontosítjuk az elnevezést, akkor kerekes harcjárműveknek nevezzük. Az ilyen a harceszközök a mozgékonyaság, tűzerő, és védeltség szempontjait a harcban betöltött szerepük alapján, eltérő szinten teljesítik. Ebből következik, hogy a felsorolt szempontok betöltésének a minőségére vonatkozó elvárások alapján, járószerkezet tekintetében megjelennek a láncaltalpas és a kerekes megoldások. A láncaltalpas harcjárművek, a láncaltalp nagyobb teherbíró képessége miatt vastagabb páncélzattal és nagyobb ürméretű fegyverrel szerelhetők, míg a kerekes, könnyebb harcjárművek vékonyabb páncéllal és kisebb tűzerővel rendelkeznek. Az elmúlt két évtizedben a kerekes harcjárművek alkalmazása sokkal jelentősebb volt. Ennek az okát az alacsonyabb fenntartási költségekben és a kisebb tömeg miatti könnyebb szállíthatóságban lehet keresni (1. táblázat).

A KEREKES HARCJÁRMŰVEK ELTERJEDÉSE

Az elmúlt évtizedekre jellemző helység-harcokban – a szilárd útburkolat miatt – elterjedt a változó terepviszonyok esetén is jól alkalmazható gumikerekes harcjárművek alkalmazása [2]. Problémaként merült fel a láncaltalpas eszközökkel szemben az is, hogy az alacsony végsebességük miatt nagy sebességű konvoj, menetoszlop kísérésére alkalmatlannak bizonyultak [3].

A páncélozott kerekes járműveket már a második világháború előtt és alatt is alkalmazták [4. 35. o.], de az alábbi

ÖSSZEFOGLALÁS: Az elmúlt évtizedek konfliktusai jelentős mértékben befolyásolták a harcjárművek alkalmazását és ebből adódóan az eszközökre vonatkozó harctaktikai igényeket. A folyamatosan változó katonai igények a harcjárművek gyártóinál különböző fejlesztési irányokat indukáltak. A cikksorozat tíz harcjármű fejlesztési vonalát mutatja be. A leírások egy járműtípus több változatát tartalmazzák, az időrendi sorrendet követve. A szerzők olyan fegyveres konfliktusokat is feldolgoznak, amelyekben a vizsgált harcjárművek szerepet kaptak, illetve amelyekhez az eszközök fejlesztése szorosan köthető.

KULCSSZAVAK: kerekes harcjármű, védeltség, szállítási kapacitás, mozgékonyaság, tűzerő

ABSTRACT: The conflicts of the past decades have significantly affected the usage of the combat vehicles and due to this the equipment related tactical demands as well. The continuously changing military demands induced different directions of development for the combat vehicle manufacturers. The article series introduces the development of ten combat vehicles. The descriptions contain multiple versions of one vehicle type, considering the chronological order. Armed conflicts in which the examined combat vehicles play a role and which are in close connection with the equipment development are included.

KEY WORDS: Wheeled armored vehicle, protection, transport capability, mobility, fire power

* NKE HHK Haditechnikai Tanszék. ORCID: 0000-0003-0632-5650

** NKE HHK Haditechnikai Tanszék. ORCID: 0000-0001-7594-2383

1. táblázat. A különböző harcjármű típusok erősségei és gyengeségei (Forrás [1])

Harcjármű-tulajdonság	Könnyen páncélozott 4 x 4 hajtásképletű jármű	Kerekes 8 x 8 hajtásképletű harcjármű	Láncaltalpas harcjármű	Harckocsi
hadműveleti mozgékonyság	*****	*****	***	*
harcászati mozgékonyság	**	*****	****	***
terepjáró képesség	**	***	*****	****
védettség	**	***	***	*****
tűzerő	*	****	****	*****
megbízhatóság	*****	*****	***	**
költség	*****	****	**	*

gyengeség = * erősség = *****



1. ábra. Az M113 (bal oldali kép) és a Stryker DVH harcjárművek [9], [10]

példák alapján kijelenthető, hogy a mai európai vagy szovjet eredetű típusok előzményei az 1960-as, '70-es évekig nyúlnak vissza:

- A BTR–80 harcjármű előd típusa, a BTR–60, 1960-ban jelent meg [5].
- A Bundeswehr által alkalmazott Fuchs járművek tervei először a '60-as években készültek el [6, 441–445. o.], [4, 136. o.].
- A Piranha járműcsalád gyártása a '70-es években indult el [7, 30. o.].
- A francia hadsereg által alkalmazott VAB járművek fejlesztése 1974-ben kezdődött meg [8].

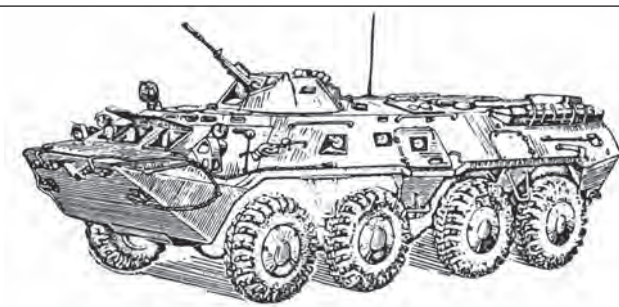
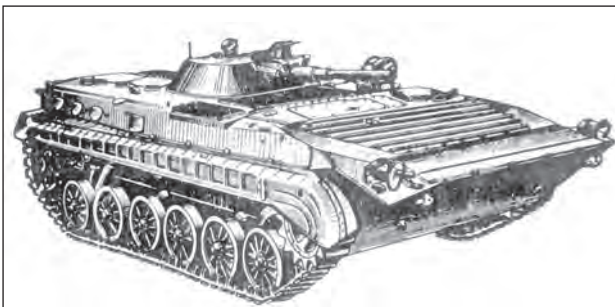
A II. világháború után az Amerikai Egyesült Államok hadereje gyors ütemben igyekezett csökkenteni a kerekes járműveinek számát, de az 1990-es évek második

felében egy teljesen ellentétes folyamat indult meg a kerekes harcjárművek térnyerésével. A 2000-es évek elejére megkezdtek az addig alkalmazott M113 láncaltalpas csapatszállító eszközök lecserélését kerekes harcjárművekre! [11, 87. o.].

A délszláv konfliktusban szerzett tapasztalatok egyike, hogy a térség hegyes területein a téli időszakban láncaltalpas technikára jellemző alacsonyabb talajnyomás a jeges lejtőkön, egyértelmű hátrányt jelentett a csapatszállítási feladatokban [12].

A stratégiai mozgékonyság, azon belül a légi úton szállíthatóság a 2000-es évek elején vált fontossá. Ebben a tekintetben a kerekes harcjárművek – néhány kivételtől eltekintve – szintén előnybe kerültek a láncaltalpas eszközökhöz képest:

2. ábra. A BMP–1-es és a BTR–80-as harcjárművek [17]



- kisebb, 17 t alatti tömeg üres állapotban;
- gyorsabban képes elhagyni a repülőgépet és onnan távolabb, a kijelölt helyen megállni, azaz lerövidül a kirakodás időszükséglete.

Példaként említhető, hogy a C-130-as repülőgéppel, légi utántöltés nélkül 1800 km-re egy Stryker ICV járművet is el lehetett szállítani [13, 68–69. o.].

Az Amerikai Egyesült Államokban az IAV (Interim Armored Vehicle), azaz átmeneti páncélozott jármű program [14] keretében hat SBCT-t (Stryker Brigade Combat Team), azaz Stryker dandár harccsoportot szereltek fel kerekes eszközökkel a kétezres évek elejétől kezdve. A kerekes eszközök terjedésére igen jó példa, hogy Lengyelország 2002-től egy 10 éves beszerzési program keretein belül 690 db Patria járművet állított rendszerbe Rosomak néven [15 o. 18]. Ennek a folyamatnak a magyar vonatkozása, hogy a Magyar Honvédségben kivonták a BMP-1 típusú lánctalpas eszközöket, amelyek csapatszállító szerepét a BTR-80 és BTR-80A típusok vették át.

A KEREKES HARCJÁRMŰVEK FELADATAI ÉS ELNEVEZÉSEI

A világ hadiipara az elmúlt évtizedekben nagyon sok típust gyártott páncélozott csapatszállító járművekből, azon belül kerekes harcjárművekből, illetve átalakította és modernizálta azokat. Több típus, illetve azok altípusai, módosított és modernizált változatai más elnevezéssel és más kiegészítő jelzésekkel, több nemzet haderejében is a mai napig alkalmazásban vannak.² A cikksorozatban bemutatott járművek körében nagyon sok eszköz a rendeltetésére utaló elnevezést kapott, és mind a magyar nyelvű, mind a külföldi nevek szó szerinti vagy tartalmi fordításai jelentésbeli különbségeket mutatnak. Az idegen nyelvű irodalmak által tárgyalt elnevezések sok esetben keverednek, vagy idővel megváltoznak, illetve az elmúlt két évtizedben a rövidítések, elnevezések száma jelentősen megnőtt.

A fellelhető kifejezések nagy száma arra utal, hogy többféle elnevezési csoport létezik, amelyek egyike, amikor adott feladat alapján gyűjtjük össze a szükséges egyedi jellemzőkkel, speciális kialakítással rendelkező eszközöket. Az elnevezések jól behatárolhatóvá teszik az eszköz fegyverzetét, vagy annak hiányát is (2. táblázat).

A kerekes harcjárművek a széleskörű alkalmazás mellett jelentős fejlesztésen mentek keresztül a vizsgált időszakban. Az okokat a felhalmozódó katonai tapasztalatokban, és az azokból következő fejlődő, bővülő katonai igényekben lehet keresni.

A cikksorozat ennek megfelelően a kerekes harcjárművek elmúlt évtizedbeli fejlesztéseire fókuszál. A szerzők tíz kerekes harcjárműcsaládot választottak ki, és ezen eszközök típusváltozatait mutatják be a járművek megjelenésének időrendi sorrendjében. A leírásokban szerepel:

- az eszközök tervezésének, gyártásának ideje, fontosabb körülményei;
- a járművek rövid bemutatása;
- a fontosabb fejlesztések és azok eredményei;
- összefoglaló táblázat a technikai adatokról, a védettséget befolyásoló tulajdonságokról.

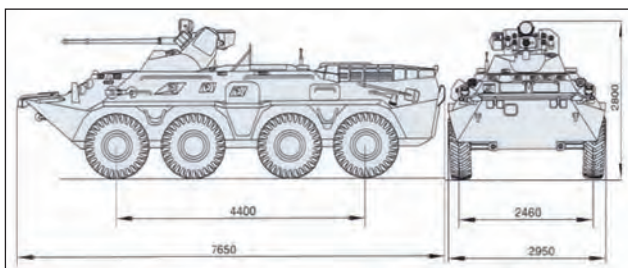
A SZOVJET/ORSZ BTR JÁRMŰVEK FEJLESZTÉSE

A mai BTR típusok első példánya a BTR-60, amelyet 1960-tól alkalmaztak először a Szovjetunióban, majd más államokban is. Az előd típusok a BTR-40 vagy a BTR-152, [22, 184. o.] még teherautó alvázra és hajtásláncre épített pán-

2. táblázat. A kerekes járművek elnevezései feleltkörök szerint [18, 680–931. o.], [19], [20], [21, 715. o.]

Rövidítés	Idegen nyelvű fogalom	Magyar nyelvű fogalom	Példa a jármű, vagy eszköz típusra
AFV	Armoured Fighting Vehicle	Páncélozott harcjármű	FNSS Pars
APC	Armored Personnel Carrier	Páncélozott (csapat) szállítójármű	Stryker M1126, stb.
ASV	Armoured Security Vehicle	Páncélozott biztosító jármű	M1117
CP	Command Post	Vezetési pont	Boxer
CV	Command Vehicle	Parancsnoki jármű	Stryker M1130
ICV	Infantry Combat Vehicle	Gyalogsági harcjármű	VAB mk III
IFV	Infantry Fighting Vehicle	Gyalogsági harcjármű	BTR-80A
MEV	Medical Evacuation Vehicle	Sebesült kihordó jármű	BTRSKJ
MGS	Mobile Gun System	Hordozható fegyverrendszer	Stryker M1128
MPC	Marine Personnel Carrier	Tengerész csapatszállító	csak project
RV	Repair Vehicle	Javító jármű	VAB ELI
TAPV	Tactical Armored Patrol Vehicle	Műveleti páncélozott járőr	M1117

célozott felépítmények voltak. Az új BTR-60 típusú harcjármű teljesen új konstrukció volt. A járművek hajtását tekintve csak a tüzelőanyag maradt azonos, a BTR-152 típust egy Zil 132 benzinüzemű 6-hengeres motor a BTR-60 harcjárművet már két GAZ 49B szintén benzinüzemű 6-hengeres motor hajtotta, amelyek összteljesítménye 100 helyett 2×66 kW (180 LE) volt. A BTR-60 típusnál jelent meg először alapfelszereltségként a központi kerékfűvató rendszer (CTIS – central tire inflation system), amely lehetővé tette a harcjármű-vezető számára az abroncsnyomás szabályozását, illetve a kis mértékben sérült abroncsok nyomásvesztésének kompenzálását. Ez a tulajdonság a harcjármű mozgásképeségének megtartásában tölt be fontos szerepet. Hasonló megoldás már a BTR-152V1 típuson megjelent külső levegő-bevezetéssel, de sérülékenység miatt az abroncsok kerékagyon keresztüli légelátást a BTR-152V2 típusnál is kidolgozták. Ez a típus azonban – bár 1959-ben került átdolgozásra – valójában a BTR-60-as megjelenése után, 1962-ben állt szolgálatba [23, 337–338. o.]. A BTR-60P, majd BTR-60PA, és az azt



3. ábra. A BTR-80A páncélozott harcjármű méretei [25]

követő BTR-60PB változatok megjelenése között 3-3 év telt el [21 o. 884]. A P változat tetejét még nem, de PA verzió tetejét már páncélozták, a PB modellre pedig a KPVT nehézgéppuskát is magába foglaló tornyot szereltek. A BTR-60 típust a BTR-70 követte, amelynél a legnagyobb külső változást az jelentette, hogy megjelentek a búvónyílások a jármű mindkét oldalán, az övvonal alatt. A BTR-60-as modernizált verzióin már előfordulhatott oldalsó búvónyílás a jármű övvonala felett, az egyik oldalon.

A BTR-80 típust 1984-ben, a még rendszerben lévő BTR-60PB típusok kiváltására kezdték el kifejleszteni. A BTR-60 és 70 típusokhoz képest a hátsó traktus változott, illetve a két benzinmotor helyett egy Kamaz típusú 191 kW (260 LE) teljesítményű V8 elrendezésű feltöltött dízelmotort szereltek be. A BTR-80 és BTR-80A típus feltehetően a legnagyobb példányszámban gyártott kerekes harcjármű a világon. Az Magyar Honvédség 1996-tól 1999-ig mintegy 500 db BTR-80 és 80A típusú kerekes harcjárművet szerzett be Oroszországtól [24 o. 650].

A BTR-80 és a 80A körkörös hegesztett homogén acélpáncéllal rendelkezik, amely vastagsága a front rész alsó felén 15 mm, az oldalfelületen 8 mm.³ Akna, improvizált robbanó eszköz (IED – Improvised Explosive Device), vagy RPG elleni védelme nincs az eszköznek.⁴

A jármű elhagyását oldalt kettő, a jármű tetején négy búvónyílás teszi lehetővé, de hátul nincs desztantajtó. Az eszköz állományának védelmét ABV (atom-biológiai-vegyi) szűrőberendezés segíti, a küzdőtér hermetikusan zárható, túlnyomás alá helyezhető.

A járművek kezelőszemélyzete 2 fő, a desztant létszáma 7, illetve 8 fő. A BTR-80 típusok futómű felfüggesztése független keresztlinkos, az első és a hátsó tengelyen futóművenként 2-2 lengéscsillapítóval rendelkezik. A fékszerkezet dob kialakítású, és blokkolásgátló rendszer (továbbiakban: ABS) még a modernizált változatokban sincs. A kerekek a BTR-80A típuson belső futógörgős runflat rendszerűek, illetve központi abroncsfúvató rendszer segítségével állítható az abroncsnyomás. Az abroncsok mérete a BTR-80-as esetén 13-18, a BTR-80A esetén 1150 × 400-475.⁵ Az eszköz úszóképes, vízen 10 km/h-val képes haladni. Vízfelszínen a hajtást a jármű kerekei és egy vízszűrőhajtómű adja.

A BTR-80 fő fegyvere a 14,5 mm űrméretű KPVT nehézgéppuska [25, 330-331. o.], a BTR-80A fő fegyvere a 30 mm űrméretű 2A72 géppágyú. Mindkét változat rendelkezik párhuzamosított PKT géppuskával, és egyik sem stabilizált. Pontos tüzelés menet közben nem, csak úgynevezett rövid megállások alkalmával lehetséges. A járműben tartózkodó állomány az egyéni lőfegyvereket a jármű oldalán elhelyezett nyílások alkalmazásával kiegészítő tüzerőként alkalmazhatja, amely megoldás az ellenséges rohamozó gyalogság elleni védelemben eredményes.

A BTR-80A alapjaira 1995-ben 120 mm-es önjáró aknavetőt is készítettek 2S23 típusjelzéssel. A forrás szerint [21 o. 659] ennek a verzióknak a páncélzata már a 7,62 mm AP



4. ábra. A BTR-90 kerekes harcjármű [28]

lőszer lövedéke ellen is védelmet nyújtott. A BTR-80-ra is szereltek reaktív páncélt, a Kontakt 5 rendszert a T-72-es harckocsiról szerelték át [24 o. 651].

A BTR-90-es harcjárművet 1993-tól kezdték kifejleszteni és 1994-ben mutatta be a GAZ (Gorkij Automobile Zavod). 2008-ig összesen 10 darab elkészült harcjárműről lehetett tudni, amelyeket az orosz védelmi minisztérium használt. Ez a harckocsi az előd modell legjelentősebb átalakítása.

A BTR-80 típushoz viszonyítva jelentős védelmi fejlődést jelentett, hogy a prototípus jármű elejének a ballisztikai védelme már 14,5 mm-es lövedékek ellen is védelmet nyújtott, de a jelenlegi információk [27, 582. o.], [21, 828-830. o.] alapján az eszköz védelmi képessége ennél is jobb.

A járművet körkörös hegesztett homogén acél páncél védi, amelyre kiegészítő védőelem, vagy aktív védelmi rendszer szerelhető. A jármű padlólemeze lapos (tompaszögű) „V” kialakítást kapott, szemben a BTR-80-as teljesen sima kialakításával, amelynek köszönhetően javult az akna elleni védelme. A jármű elhagyását a tetőn lévő négy búvónyílás teszi lehetővé, hátsó desztantajtó ezen a típuson sincs.

A jármű üres tömege (17 t) és terhelhetősége (5 t) is nőtt az előd modellhez képest. A BTR-90 hasmagassága 510 mm, szemben a BTR-80 típus 475 mm-es értékével. A mozgékonyaságot, 375 kW (510 LE) teljesítményű dízelmotor és automata sebességváltó biztosítja, illetve az előd modellhez képest változás, hogy a vízen haladást két külső tolósugár teszi lehetővé.

A harcjármű a BTR-80A technikai alapjaira épült, de a BMP-2-es harcjármű fegyvertornyát kapta meg, amelybe beépítették a stabilizált 2A72 30 mm-es géppágyút. A páncélelhárító eszközök számára rakétaindító állványokat is fel lehet szerelni, például AG-17-es, AG-30-as, Konkurs ATGW rakéták számára.

A torony átalakításával elkészítették a BTR-90M típust, amelyre egy 100 mm űrméretű ágyú mellett – párhuzamosítva – a 30 mm űrméretű géppágyút is felszerelték [28].

A BTR-90-es harcjármű magas gyártási költségei miatt, részköltőt típusként tervezték meg a BTR-82 harcjárművet. A BTR-82-es első prototípusa 2009 decemberében gördült ki a gyárból, amely a BTR-80-as jóval kisebb mértékű áttervezésével jött létre. A harcjármű műszaki alapjai meggyeznek a BTR-80 típusával. A BTR-82A típust napjainkban Oroszország és Kazahsztán alkalmazza.

A BTR-82A jármű ballisztikai védelmét növelik a laminált kevlar kiegészítő védőelemek. A jármű padlólemezét is jelentősen megerősítették és egy speciális gumipaplant is



3. táblázat. A BTR típusok technikai adatai (védetség, méretek, szállítási kapacitás, mozgékonyaság, tüzerő)

	BTR-80	BTR-80A	BTR-90	BTR-82A
tervezés kezdete	1980	1980	1993	nincs adat
gyártás éve	1984	1984	1994	2009
alap páncélzat anyaga	hengerelt homogén acélpáncél			
alap páncélzat vastagsága (mm)	8–10	8–10	nincs adat	8–10
minimális ballisztikai védelem (mm) ⁶	7,62	7,62	14,5	7,62
kiegészítő védőelemekkel elérhető ballisztikai védelem (mm) ⁷	–	–	14,5	12,7
frontális ballisztikai védelem (mm)	7,62	7,62	30	12,7
akna elleni védetség (– / + / típus)	–	–	+	+
IED elleni védetség (– / + / típus)	–	–	+	+
repesháló (– / + / típus)	–	–	+	+
RPG elleni védelem (– / + / típus)	–	–	+	+
vizuális álcázás / füstgránát (db)	6	6	6	6
nem látható fénytartomány (– / +)	–	–	–	–
búvónyílások száma (db)	6	6	7	6
hátsó deszantajtó (– / +)	–	–	–	–
különálló függesztett ülések (– / +)	–	–	–	–
ABV (– / +)	+	+	+	+
hosszúság (m)	7,65	7,65	8,05	7,58
szélesség (m)	2,9	2,95	3,06	2,985
magasság (m)	2,35	2,8	3,05	2,915
kezelőszemélyzet (fő)	2	2	3	2
deszant (fő)	8	7	7	7
belső tér (m ³)	6	6	7	6
terhelhetőség (t)	0,8	1,35	5	1,5
motorteljesítmény (kW)	191	191	375	220
maximális sebesség (km/h)	80	80	100	80
üres tömeg (t)	13,6	14,55	17	14,5
harci tömeg (t)	14,4	16	22	16
mászóképesség (%)	30	30	60	60
oldaldőlés (%)	25	25	30	42
mellső terepszög (°)	40	40	45	40
hátsó terepszög (°)	30	30	30	30
kerékképlet	8×8	8×8	8×8	8×8
árokáthidaló képesség (m)	2	2	2,1	2
lépcsómászó képesség (m)	0,5	0,5	0,8	0,5
hasmagasság (m)	0,475	0,475	0,51	0,475
fordulókör-sugár (m)	13,2	13,2	12	13,2
hatótávolság műúton (km)	600	600	850	500
sebességváltó kapcsolási elve (m/a)**	m	m	a	m
sebességváltó fokozatok száma	5 + 1	5 + 1	na.	5 + 1
osztómű fokozatok száma	2	2	na.	2
zárható differenciálművek	részleges önzárás			
felfüggesztés típusa (m / f)***	f	f	f	f
kerékméret	13 – 18	1150 × 400–475	14 – 20	14 – 20
defektmentes abroncs (– / +)	+	+	+	+
változtatható abroncsnyomás (– / +)	+	+	+	+
ABS (– / +)	–	–	–	–
fékszerkezetek (tárcsafék/dobfék)	d	d	d	d
úszóképes (ú) / gázlómélység (m)	ú	ú	ú	ú
fő fegyverzet űrmérete (mm)	14,5	30	30	30
lehetséges fegyverzetek űrmérete (mm)	14,5	30	30	30
másodlagos fegyverzet (– / mm)	7,62	7,62	7,62	7,62
stabilizált fegyver (– / +)	–	–	+	+
távírányított fegyver (– / +)	–	–	–	–
kiegészítő tüzerő (– / típus)	7 gk. ⁸	7 gk.	–	7 gk.

* a [18, 777–788. o.], [21, 828–839. o.], [30], [28] alapján a szerző által készített táblázat.

** m: manuális/a: automata. *** m: merev tengelyes; f: független.



5. ábra. A BTR-82 harcjármű, a torony első felére kiegészítő ballisztikai védőelemet szereltek fel [29]

beszereltek az aknák elleni védelem érdekében [21, 831–832. o.]. A gyártó szerint, aknára futás esetén ez 20%-kal növeli a túlélés esélyét a küzdőterben. Repeszhalót is alkalmaznak az eszköz küzdőterében, amely csökkenti a repeszkúpok szögét.

Fő fegyverzete a stabilizált 2A72 kettős adagolású 30 mm űrméretű gépágyú, amely a BTR-80A fegyverzeténél nagyobb szögben mozgatható, két különböző lőszer használatát és menet közbeni célra tartást tesz lehetővé.

A BTR típusok fejlesztése jól megfigyelhető:

- a ballisztikai védettség tekintetében a körkörös páncélozás után jelentős előrelépés nem volt, a korábbi típusok oldalpáncél vastagsága még 6,5 mm körüli érték volt, ezt a BTR-80 típusoknál már 8 mm-re emelték;
- akna és IED elleni védelemmel csak a BTR-90 és BTR-82 típusok rendelkeznek, ezek a fejlesztések a '90-es évekre jellemző támadások miatt valósultak meg;
- mozgékonyaság területén úttörőnek számított a BTR-60 típus, a CTIS rendszerének, illetve az eszköz úszóképességének köszönhetően, a benzinüzemű motorokat turbófeltöltéses dízelmotor váltotta fel, amely teljesítményét a BTR-82 típus esetében megemelték;
- tüzérő tekintetében a 14,5 mm űrméretű nehézgéppuska után a 30 mm űrméretű gépágyút, majd stabilizált gépágyút szerelték be az eszközökbe.

A cikksorozat következő részében az osztrák, a német, illetve német–holland fejlesztésű kerekes harcjárműveket mutatjuk be.

(Folytatjuk)

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] „The Power Of 8 – Conclusions.” *ThinkDefence.co.uk*. Letöltve: 2018.05.12. <https://www.thinkdefence.co.uk/2014/10/power-8-conclusions/>;
- [2] Nagy Norbert. „A beépített területen vívott harc során használt eszközök, alkalmazásuk sajátosságai.” *Seregszemle* 8/1. (2010): pp. 29–45.;
- [3] Michael Peck. „Army Boosts Production of Security Vehicle.” *National Defense*, 89/2 Arlington, (2005): pp. 16–17. ProQuest military adatbázisból (Letöltés ideje: 2017.06.12.);
- [4] Fleischer, Wolfgang. *1000 katonai jármű*, Pécs: Alexandra kiadó, 2010.;
- [5] David B. „BTR-60.” *Tank Encyclopedia* 2014.11.22. Letöltve: 2019.07.15. http://www.tanks-encyclopedia.com/coldwar/USSR/soviet_BTR-60.php;
- [6] Foss, Christopher F. (szerk.). *Jane's Armour&Artillery 2000-2001*. Coulsdon: Jane's Information Group, 2000;
- [7] Gávay György. „A Piranha Járművek fejlődése az alkalmazói igények tükrében.” *Hadmérnök* 11/2 (2016): pp. 28–40. Letöltve: 2019.07.15. http://hadmernok.hu/162_04_gavay.pdf;
- [8] David B. „VAB.” *Tank Encyclopedia*. 2016.07.19. (Letöltve: 2019.07.15.) <http://www.tanks-encyclopedia.com/coldwar/France/VAB.php>;
- [9] <http://www.hdcarwallpapers.in/wallpaper/m113-armored-personnel-carrier-wallpaper-wallpapers.html> Letöltve: 2019.08.30.;
- [10] Good, Bill. „Army's Stryker Double V-Hull is a resounding success,” *www.army.mil*, Letöltve: 2019.09.12. https://www.army.mil/article/92154/armys_stryker_double_v_hull_is_a_resounding_success;
- [11] Nagy Éva, Helfrih Viktor. *A modern haditechnika enciklopédiája (1945-től napjainkig)*. Guliver kiadó, 2001.;
- [12] Mike Sparks. „If M113s don't work in snow, let's find out why.” *Armor* 1997/02-03: 48–49.p;
- [13] Bianchi, Fulvio; Bonsignore, Enzo; Wagner, Hans Joachim. „8x8: Winning Formula, or Technological Cul-de-Sac?” *Military Technology* 26/11, (2002): pp. 68–80.;
- [14] Interim armored vehicle (IAV), Annualreport. *globalsecurity.org* Letöltve: 2017.06.12. <https://www.globalsecurity.org/military/library/budget/fy2001/dot-e/army/01iav.html>;
- [15] Foss, Christopher F. „Light Armoured Vehicles.” *Jane's Defence Weekly* 2003.02.19;
- [16] Bera Bálint, Domokos Attila, Liszka János, Molnár Zsolt. *Modern Hadviselés*. Debrecen: Szalai Könyvek, 2012.
- [17] Lopocsi István. *A Magyar Honvédségben rendszeresített harcjárművek harci lehetőségeinek elemzése és értékelése*. Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények. Letöltve: 2019.07.15. <http://193.224.76.2/downloads/konyvtar/digitgy/20011/vszt/lopocsi.html>;
- [18] Christopher F. Foss (szerk.). *IHS. Jane's Land Warfare Platforms – Armoured Fighting Vehicles 2014-2015*. Coulsdon: IHS Global Limited, 2014.
- [19] Ocskay István. „A német–holland Boxer kerekes harcjármű – 2. rész.” *Haditechnika* 51/4, (2017): pp. 13–20; <https://doi.org/10.23713/HT.51.4.03>;
- [20] General Dynamics Land Systems. Letöltve: 2017.10.10. <http://leanermoreagileabct.com/products/stryker-and-specialty/stryker-CV.html>;
- [21] Foss, Christopher F. (szerk.). *IHS. Jane's Land Warfare Platforms – Armoured Fighting Vehicles 2016 – 2017*. Coulsdon: IHS Global Limited, 2016.;



- [22] Diószegi Imre, Döme Valéria, Gerlei István, Homér Zoltán, Kovács József, Major Balázs. „Védett katonai járművek a Gépjármű Beszerzési Programban - I. rész.” *Haditechnika* 49/2, (2015): pp. 36–46.;
- [23] Foss, Christopher F. (szerk.). *Jane's Armour and Artillery 1992-93*. Couldson: Janes' Information Group Limited, 1992.;
- [24] Foss, Christopher F.: *Jane's Land Warfare Platforms Armoured Fighting Vehicles 2012-2013*. Couldson: IHS Global Limited, 2012.;
- [25] „BTR-80A Armoured vehicle personnel carrier.” *armyrecognition.com*. Letöltve: 2019.07.15. https://www.armyrecognition.com/russia_russian_army_wheeled_armoured_vehicle_uk/btr-80a_armoured_vehicle_personnel_carrier_technical_data_sheet_specifications_information_pictures.html;
- [26] Foss, Christopher F. (szerk.). *Jane's Armour and Artillery 1997-98*. Couldson: Janes' Information Group Limited, 1997.;
- [27] Foss, Christopher F. (szerk.). *Jane's Armour and Artillery 2009-2010*. Couldson: IHS Jane's Global Limited, 2009.;
- [28] „BTR 90 – Armored personnel carrier.” *military-today.com*. Letöltve: 2019.07.15. http://www.military-today.com/apc/btr_90.htm;
- [29] „BTR 82 – Armored personnel carrier.” *military-today.com*. Letöltve: 2019.07.15. http://www.military-today.com/apc/btr_82.htm;
- [30] „BTR80 tires” *General Equipment Inc*. Letöltés ideje: 2018.06.05. <http://www.generalequipment.info/BTR80%20TIRES.htm>.

JEGYZETEK

- 1 Fontos megjegyezni, hogy ez nem minden területen volt kivitelezhető, az amerikai haderő még napjainkban is alkalmazza az M113 típusú harcjárművet.
- 2 Például a Piranha járműcsalád változatai. [3]
- 3 Saját mérés eredménye (Gáway György).
- 4 Kísérleti jelleggel készült „bar armour” a járműhöz, amelyet a csecsen konfliktus alatt alkalmaztak.
- 5 Az abroncsok méretjelölésének módja eltérő, ennek oka nem ismert.
- 6 Az eszköz alap páncélzata által biztosan védett löszér ürmérete és fajtája. 12,7 mm-től mindegyik AP.
- 7 Az eszköz alap páncélzata és a kiegészítő védőelemek által biztosan védett löszér ürmérete és fajtája. 12,7 mm ürmérettől mindegyik AP.
- 8 A jármű személyzetének fegyverzete (gépkarabély).

Chris McNab – Nyulászi Tamás (szerk.)

A legteljesebb túlélési útmutató

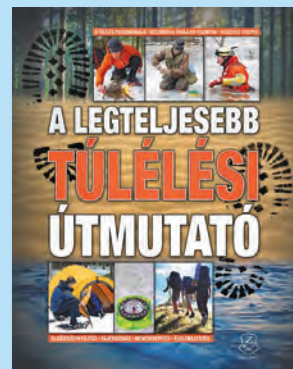
A katonák túlélésre történő felkészítése az alapkiképzéssel kezdődik. Már ebben az időszakban is számos olyan hasznos ismeretet szereznek, amely váratlan helyzetekben életmentő lehet. A *legteljesebb túlélési útmutató* megtanít arra, hogyan kezeljük a válsághelyzeteket. A kötet szerkesztői a legszükségesebb önvédelmi fogásoktól a túlélőkészlet összeállításán keresztül, egészen a komoly krízishelyzetig vezetik az olvasót. (Megtudható például, hogy sivatagi körülmények között hogy lehet élelmet szerezni.) A túlélés minden esetben a felkészüléssel kezdődik. A szakkönyv elolvasása és az elképzelt, szimulált vészhelyzetből való szabadulás után nem nélkülözhető az alapvető technikák, fogások természetben történő elsajátítása és begyakorlása.

A nemzetközi és a magyar különleges katonai erők módszereire alapozva, a könyv világos, lépésről lépésre elmagyarázott, rendkívül részletesen illusztrált útmutatót kínál a túléléshez. A kötet olyan túlélési helyzeteket mutat be, amelyek nyomán az olvasó megtudja többek között, hogy ha ismeretlen helyen eltéved, akkor hogyan tud magáról jelet adni, hogyan kell használnia a tájolót és a térképet, milyen módszerekkel tud élelemszerzés céljából csapdát készíteni, vagy milyen módszerrel tud vizet keresni. Az ismeretterjesztő összeállítás a katonákhoz és a civilekhez egyaránt szól, minden érdeklődő számára bemutatja az életben maradáshoz szükséges kulcsfontosságú technikákat.

Természeti és társadalmi katasztrófák a világ legfejlettebb régióiban is előfordulnak, ezért nem csupán a megelőzés, hanem – életveszély esetén – az életben maradás érdekében is előkészületeket kell tenni. Háztartási baleset bármikor bárkivel előfordulhat, ezek kezelésére, elhárítására a könyv teljes részletességgel nyújt tűzvédelmi és biztonsági tanácsokat. Önálló részek szólnak az elemi károk elleni védekezésről, az elsősegélynyújtásról, valamint az elsősegélycsoomag tartalmáról, de az útmutató tanácsokat kínál az élelmiszer- és vízkészlet tárolással kapcsolatban is.

A kötet brit szerzője az Amerikai Egyesült Államok és az Egyesült Királyság elit katonai alakulatainak túlélési technikáit foglalta rendszerbe, ám a hazai kiadás a Magyar Honvédség speciális tapasztalataival kiegészítve jelent meg. A kötetet szójegyzék, tárgymutató és bőséges illusztrációs anyag egészíti ki.

A Zrínyi Kiadó által 2019-ben megjelentetett kötet puhatáblás, terjedelme 478 oldal. 6000 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve a Zrínyi Kiadónál, 25%-os helyszíni kedvezménnyel (1087 Budapest, Kerepesi út 29/b, Tel.: 06 1-459-5373, e-mail: gyoredina@armedia.hu), továbbá kedvezményesen megrendelhető a kiadó online felületén: http://www.hmzrinyi.hu/termek/a_legteljesebb_tulelesi_utmutato. (Walther Terézia)



1. ábra. A lég- és rakétavédelmi rendszerrel felszerelt USS LAKE ERIE cirkáló vezetési termében A. Jackson (Fire Controlman 2nd class) indítja az SM-3 rakétát a cirkáló függőleges indítórendszeréből az Operation Burnt Frost végrehajtásához¹



Horváth Attila*

Kína űrfegyverkezési kísérletei I. rész

BEVEZETÉS

2019 tavaszán nagy visszhangot vert a hír a médiában, amely szerint India a „Mission Shakti” műveletben megsemmisítette az egyik műholdját. Ez a kísérlet/teszt/erődemonstráció ismét rámutatott arra, hogy a világűr bizony hadszíntér, ahol adott esetben fizikai (kinetikus) küzdelem is folyhat. A kimondottan űreszközök elleni tevékenységeken túl a ballisztikus rakéták elleni védelem egyik lehetséges helyszíne is a világűr. A két tevékenység fizikailag nagyon közel áll egymáshoz, az indiai teszt is gyakorlatilag a rakétavédelmi fejlesztéseket „hasznosította újra”, csakúgy, mint az Egyesült Államok az „Operation Burnt Frost” során.

Ez a cikk egy másik aktív űrfegyverkezési szereplő, Kína tevékenységét elemzi. Kína 2007-ben egy nagy negatív

nemzetközi visszhangot kiváltó műholdlelövést hajtott végre. Az akció igen sok űrszemetet hagyott maga után, amelyek nemcsak számos aktív műholdat, hanem a Nemzetközi Űrállomást is veszélyeztették, sőt, ma is, és még a jövőben is veszélyeztetik, ugyanis a lelövés „alacsony Föld körüli pályáiv” centrumában (kb. 850 km-en) történt, ahol számos űreszköz orbitális sebességgel kering.

Az elmúlt évtizedben azonban Kína űrfegyverkezési tevékenysége nem került be a hírek fősodrába, tehát azt gondolhatnánk, hogy a nemzetközi nyomásgyakorlás elérte célját. A valóság ezzel szemben egészen más: Kína nemhogy csökkentette, hanem éppen tovább fokozta fegyverfejlesztési programját, csak éppen oly módon, hogy kivédje az őt támadó diplomáciai és stratégiai kommunikációs műveleteket is.

ÖSSZEFOGLALÁS: Kína volt a világon a harmadik ország, amely demonstrálta műholdak megsemmisítésére alkalmazható képességeit. A 2007-es lelövést követően azonban keveset olvashattunk erről. A cikk áttekinti, milyen teszteket, kísérleteket hajtott végre Kína a különböző elfogási, megsemmisítési harc eljárások megvalósítása érdekében. A cikk nem foglalkozik az elektronikai és kiberműveletekkel, kizárólag a (potenciálisan) kinetikus hatású pusztítóeszközökkel.

KULCSSZAVAK: műhold, műholdelhárítás, űrfegyverkezés

ABSTRACT: China was the third country which demonstrated its anti-satellite capabilities. However, after the 2007 interception, not much has been published about this. The article summarizes the tests and experiments conducted by China for different interception and neutralization operations. The article does not discuss electronic and cyber operations, it focuses on (potentially) kinetic effect devices.

KEY WORDS: satellite, anti-satellite, weaponization of space

* Alezredes, kiemelt főtiszt MH MI. ORCID: 0000-0001-9768-5357



A 2007-ES LELÖVÉS RÖVID ELEMZÉSE

2007. január 11-én, nagyjából 22:28 UTC időpontban a Xichang² űrközpontból indított elfogórakéta harcra készre összeült a produktív üzemét már befejezett, de még aktívan kommunikáló FengYun FY-1C meteorológiai műholddal. A harcra kész rész becsült tömege 600 kg volt, amit egy átalakított DongFeng DF-21 (CSS-5) közepes hatótávolságú ballisztikus rakéta emelt a világűrbe (a műholdtámadó rakétaváltozat SC-19 néven is ismert). A DF-21 kinematikai adatai alapján alkalmas volt a szükséges röppálya megrepülésére. Az FY-1C kb. 850 km magasságú, 98,6° inklinációjú napszinkron poláris körpályán keringett, ütközéskori tömege hozzávetőlegesen 850 kg volt. Az FY-1C keringési sebessége kb. 7,4 km/s volt az ütközéskor, a harcra kész és a műhold relatív közeledési sebessége pedig kb. 9 km/s. A harcra kész rész nem hordozott robbanóanyagot, közvetlen ütközéssel semmisítette meg a célpontot (és egyidejűleg saját magát).

A lezajlott hiperszonikus (a hangsebesség ötszörösénél nagyobb) sebességű ütközésben a műhold és a harcra kész, mint két folyadékcsepp hatolt át egymáson és anyaguk szétszóródott. A létrejött törmelékfelhő a 170–3800 km-es magasságtartományban terült szét, 3-4000 követhető törmelékdarabot eredményezett, és a modellszámítások szerint még az ütközést követően 100 évvel is a törmelék tömegének 79%-a a világűrben lesz, nem degradálódik le a röppályája a légkörbe.

A lelövést heves, elítélő nemzetközi reakciók kísérték. Megjegyzendő, hogy a sikeres 2007-es lelövést két korábbi kísérlet is megelőzte, amelyek nem jártak ütközéssel. Lehetséges, hogy ezek sikertelenek voltak, de ugyanígy lehetséges az is, hogy szándékosan alakították ki a röppályát úgy, hogy a harcra kész elkerülje a célját.

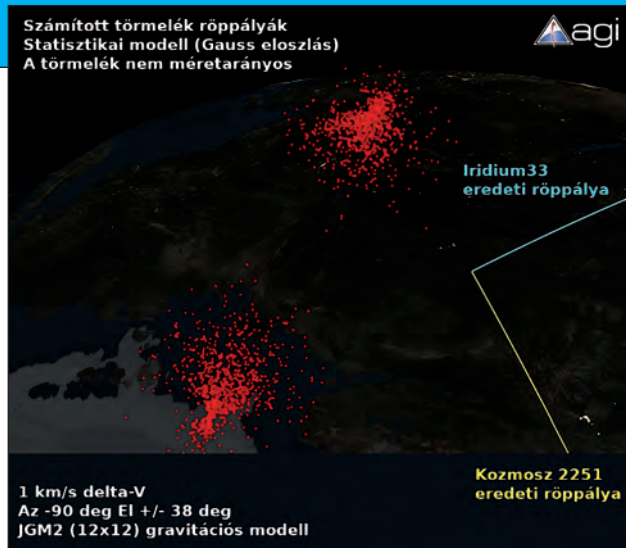
KÍNA VISELKEDÉSÉNEK MEGVÁLTOZÁSA A 2007-ES LELÖVÉS UTÁN

A nemzetközi közösségre nagy hatást tett a sikeres kínai lelövés. Maga az a tény, hogy közepes hatótávolságú ballisztikus rakétával vagy éppen egy ballisztikus rakéták elleni fegyverrendszerrel le lehet lőni egy alacsony Föld körüli pályán keringő műholdat, nem újdonság. De az, hogy ezt meg is tette Kína, sokkolóan hatott. A nyugati hatalmak komoly érteket kaptak a kezükbe a keletkezett nagyszámú törmelékdarab láttán: nemcsak magát az űrfegyverkezést helyezték előtérbe kommunikációs paneljeikben, hanem az „űr-környezetszennyezést” is.

Az üzenet célját ért. Kína érzékelte a felháborodás jogoságát, bár egyértelmű, hogy erődemonstrációként a lelövés elérte célját. Rá kellett jönniük, hogy ugyanazt az üzenetet olyan eszközökkel kell célba juttatni, amelyek nem teszik ki őket egyrészt a kommunikációs támadásoknak, másrészt nem veszélyeztetik saját űreszközeiket (hiszen egy keringő törmeléklet keletkeztető lelövés maradványai nem válogatnak az esetleges későbbi ütközések során).

A 2007-es sikeres lelövés előtt Kína két hasonló tesztet is végrehajtott, ütközés nélkül. Az első, 2005-ben, valószínűleg az elfogórakéta működési-repülési tesztelése volt. A 2006-os teszt megközelített egy műholdat. Nem egyértelmű, hogy ez a teszt egy sikertelen lelövési kísérlet lett volna, vagy egy sikeres teszt volt, ahol eleve nem tervezték az ütközést, csak a közelben elrepülést.

2007 után azonban két további tesztre is sor került, amelyek során a harcra kész sikeresen eltalálta a célpontját. Azonban ezek a célpontok szuborbitális sebességgel repültek, így nem keletkeztek orbitális pályán maradó törmelék (űrszemét).



2. ábra. Példa űreszközök hiperszonikus sebességű ütközésére: az Iridium-33 és a Kosmosz-2251 ütközése 2009-ben

A KÖZVETLENÜL CÉLRA REPÜLŐ MŰHOLDELHÁRÍTÓ FEGYVEREK JELLEGZETESSÉGEI, ÉS HASONLÓSÁGUK A BALLISZTIKUS RAKÉTÁVÉDELMI ELFOGÓRAKÉTÁKHOZ

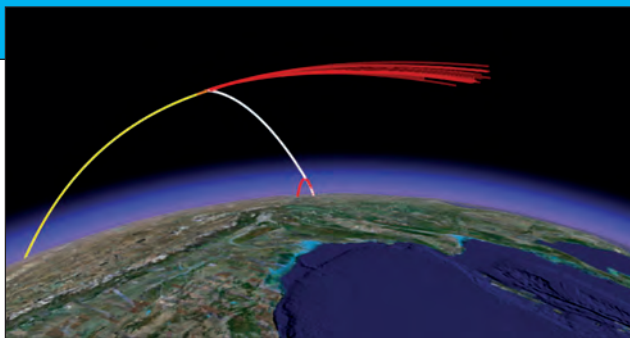
Hogy megértsük az előző rész utolsó bekezdésének jelentőségét, szükséges tanulmányoznunk a kinetikus hatású műholdelhárító fegyverek egyik fő csoportját, a közvetlenül célra repülő (Direct Ascent, DA) rakétafegyvereket. Ebbe a csoportba sorolható be a 2007-es sikeres orbitális elfogást, valamint a 2010-es és 2013-as sikeres szuborbitális elfogást végrehajtó fegyver.

Az angol elnevezés nagyon jól leírja ezen fegyverek lényegét: a hordozórakéta elemelkedik az indítóállásról, és egy ballisztikus röppályára helyezi a harcra kész. A harcra kész szabadon repül, pályakorrekciókat hajt végre, majd végfázisban rávezeti magát a korábban azonosított és követésbe vett cél felé vezető pályára³.

A harcra kész nem éri el a keringéshez, az orbitális pályára álláshoz szükséges sebességet. A hordozórakéta akkora mozgási energiát ad át a számára, hogy el tudjon jutni a megcélzott űreszköz keringési magasságába az elfogási pontban, és ott a két röppálya metszi egymást, térben és időben egy helyre kerül a két eszköz. Figyelemmel a cél saját sebességére, ha a harcra kész egy függőleges hajtás felső holtpontjában találkozik a céllal, ott egy időpillanatra „elé állva”, az akkor is megsemmisülne (és persze maga a harcra kész is). Természetesen a gyakorlatban a harcra kész is rendelkezik egy, a cél felé irányuló sebességkomponenssel, és a hajtás sem függőleges.

Minél nagyobb az a terület, amelyen belül a hordozórakéta el tudja juttatni a harcra kész a megsemmisítendő műhold magasságába, annál rövidebb idő alatt összeáll az elfogás pályageometriája egy adott indítási pontból. Ez az oka annak, hogy közepes vagy nagy hatótávolságú ballisztikus rakéták jó alapot képeznek a közvetlenül célra repülő műholdelhárító fegyverek hordozásához. Ezek a rakéták ugyanis nagy hatótávolsággal rendelkeznek, és röppályájuk az ideális ferde hajtás miatt igen magasra emelkedik. A nagy méretű rakéták azonban drágák, nehezen mozgathatók, indításuk előkészítése időigényes és felderíthető. Amennyiben a potenciális célpont üzemeltetője észleli az indítás előkészítését, még van ideje pályakorrekcióra, ami védelmet nyújthat a támadás ellen (persze, ha az elfogó rakéta hatótávolsága elég nagy, akkor még mindig létezhet sikeres elfogási pályageometria).

Alternatív megoldás, amit például a sikeresen tesztelt, de rendszerbe nem állított ASM-135-ös jelképez, a kis méretű, kis hatótávolságú, de egyben könnyen áttelepíthető és megtelepíthetően indítható rakéta. Az ASM-135-ös esetében ez



3. ábra. Közvetlenül célra repülő műholdelhárító harci rész röppályája a 2007-es FY-1C lelövés adatai alapján. Fehér ballisztikus ív ábrázolja a harci rész röppályáját (az abból kiágazó vörös vonal az első fokozat visszazuhanásának pályája), a sárga ív a megsemmisítendő műhold keringési pályája, az azt folytató vörös pályáivcsokor a törmelékfelhő kibomlását mutatja

mind adott, hiszen az „indítóállás” a bármely repülőtérrel felszállni képes F-15A harcászati vadászpilóta volt. Hasonló elvek alapján idesorolható az Operation Burnt Frostot végrehajtó RIM-161 SM3, amit a Ticonderoga osztályú USS LAKE ERIE lég- és rakétavédelmi rendszerrel felszerelt cirkálóról indítottak. A rendszer meglepetésszerű alkalmazhatóságát és könnyű telepíthetőségét bizonyítandó, két további hadihajó is része volt a műveletnek, a USS DECATOUR és a USS RUSSEL Arleigh Burke osztályú rombolók.

Az Operation Burnt Frost a nyilvánosság elé tárta azt a szakmában már régóta ismert tényt, hogy a műholdak megsemmisítésére bizonyos magasság- és távolságkorlátok között alkalmasak a ballisztikus rakétavédelmi rendszerek elfogórakétái. Az 1962 és '66 között folytatott Nike Zeus tesztek már akkoriban igazolták ezt. Tényleges megsemmisítés nem történt az akkori tesztek során, ugyanis a Nike Zeus atomrobbanófejet hordozott. A Nike Zeusra alapozott Projekt 505 utódja, a Projekt 437 pedig a közepes ballisztikus rakéták műholdelhárító fegyverként való alkalmazását kutatta (szintén atomfegyverrel).

Látható, hogy a ballisztikus rakétavédelmi rendszerek és a műholdelhárító rendszerek között sok az átfedés, és ez nem véletlen. Az elfogó harci rész működése szempontjából, legyen az kinetikus energiájú vagy atomrobbanófejes, nincs lényeges különbség egy orbitális sebességgel repülő műhold és egy szuborbitális sebességgel repülő interkontinentális ballisztikus rakéta robbanófeje között. Az az 1-2 km/s sebességkülönbség, ami a két céltípus között fennáll, elvi eltérést nem jelent. Ha az elfogó rendelkezik elegendő mozgási energiával és manőverezési pontossággal, akkor mindkét célt le tudja küzdeni. További példa erre az indiai Operation Shakti, amelyet szintén egy ballisztikus rakétavédelmi rendszerrel hajtottak végre.

Pontosan ezt használta ki Kína, amikor szuborbitális célokkal folytatta műholdelhárító fegyverei tesztelését. Ellenében a 2007-es lelövés, ami mind technikai, mind katonai műveleti szempontból siker volt, csak éppen stratégiai kommunikációs szempontból volt problémás, az újabb tesztek esetében nincs kihasználható kommunikációs elem. Hiszen a szuborbitális sebességek miatt nem keletkezik űrszemét, és minden olyan ország, amely ellenértékelt félként felszólalhatna a tesztelés ellen, maga is dolgozik ballisztikus rakétavédelmi rendszereken!

KÖZVETLENÜL CÉLRA REPÜLŐ KÍNAI MŰHOLDELHÁRÍTÓ FEGYVEREK

Az elmúlt másfél évtizedben Kína a következő teszteket hajtotta végre a közvetlenül célra repülő műholdelhárító rendszereihez kapcsolódóan:

Az 1. táblázat adatai azt sugallják, és ezt amerikai hírszerzési források is megerősítik, hogy az SC-19 már elérte



4. ábra. 2007. szeptember 13-án felszálláshoz készül a „Celestial Eagle” F-15A harcászati vadászpilóta, ami 1985. szeptember 13-án végrehajtotta az ASM-135-ös éles tesztjét. A pilótaülésben Todd Pearson százados, a lelövést végrehajtó Wilbert Pearson (akkor őrnagy, nyugállományba vonuláskor vezérőrnagy) fia. A hajózáruha bal vállán az ASAT teszt karjelzése, egy műholdat megragadó sással

a bevetethetőséget, a műveleti alkalmazhatóságot. Figyelemmel Kína nagy földrajzi kiterjedésére és az SC-19-es kis infrastruktúraigényére, komoly veszélyt jelent ez a Kínával szemben ellenértékelt felek alacsony Föld körüli pályán keringő űreszközökre.

Mivel a pályageometriától függően az indítástól 5-15 perc telik el a becsapódásig, taktikai szinten a reagálásra, kimanőverezésre kevés az esély. Védelmet az egyes űreszköz esetében csak a hadászati szintű hírszerzés által biztosított előrejelzések alapján való pályamódosítás, az elretentés és a törmelékképzés veszélye jelent egy ilyen támadás ellen. Rendszer- és szolgáltatásszinten a megfelelő tartalékképzés a megoldás, hogy egy űreszköz elvesztése (ami természetesen más okból is bekövetkezhet, nem csak támadás következtében) ne okozzon végzetes képességcsökkenést.

Az SC-19-cel kapcsolatos tesztekben túl külön említést a 2013. májusi DN-2 kilövés érdemel. A kínai közlések alapján ez egy kutatási célú rakétaindítás volt, 10 000 km körüli maximális pályamagassággal, Xichangból. Az elemzések azonban mást mutatnak:

- A kilövés valóban Xichangból történt, azonban az adott időpontban a két állandó indítóállás egyikét éppen átépítették, a másik pedig egy korábbi indítás utáni karbantartás alatt állt. Vagyis fizikailag nem állt rendelkezésre épített infrastruktúra a kutatórakéta indításához. Mivel azonban a rakéta ténylegesen elindult, ezt csak mobil indítóállásról tehette meg. Ilyeneket tudományos kutatás céljára nem alkalmaznak.
- A kiadott légiforgalmi veszélyfigyelmeztetés, a röppálya környezetében lévő települések lakóinak kiadott figyelmeztetések és az Indiai-óceánba az Egyenlítő közelében történő visszatérés segítségével kidolgozott pályageometria nem támasztja alá a megadott maximális repülési magasságot. A megadott irányba indított, szuborbitális pályán repülő hasznos teher csak akkor léphet vissza az Indiai-óceánba, ha jelentősen magasabbra repül. A pontos becsapódási hely ismerete hiányában csak becsülhető a maximális pályamagasság, de annak legalább 24 000 km-t el kellett érnie (amennyiben a becsapódás az óceán keleti részén történt), és legfeljebb 35 000 km lehet (ekkor a becsapódás Afrika keleti partjai közelében történt).

A fentiek alapján 2013 májusában olyan rakétakilövés történt, amely mobil indítóállásról indult, közbeeső parkolópályá használata nélkül közvetlenül legalább 24 000 km magasságot ért el, és onnan szuborbitális pályán zuhant



1. táblázat. Kína célra repülő műholdelhárító tesztjei 2005–2018 között

Időpont	Fegyverrendszer	Indítás helyszíne	Célpont	Elért legnagyobb magasság	Megjegyzés
2005. 07. 07.	SC-19	Xichang	Nem ismert	Nem ismert	Valószínűleg repülési-működési teszt
2006. 02. 06.	SC-19	Xichang	Nem azonosított műhold	Nem ismert	Valószínűleg sikertelen elfogás (esetleg sikeres elrepülés a célpont mellett)
2007. 01. 11.	SC-19	Xichang	FY-1C műhold	kb. 850 km	Sikeres orbitális elfogás
2010. 01. 11.	SC-19	Korla	CSS-X-11 ballisztikus rakéta	kb. 250 km	Sikeres szuborbitális elfogás
2013. 01. 20.	Valószínűleg SC-19	Korla	Ballisztikus rakéta	Szuborbitális röppálya, magasság nem ismert	Sikeres szuborbitális elfogás
2013. 05. 13.	„DN-2”, a megnevezés helyessége nem ismert	Xichang	Nem ismert	kb. 30 000 km	Valószínűleg repülési-működési teszt
2014. 07. 23.	SC-19 vagy „DN-2”	Korla vagy Jiuquan	Ballisztikus rakéta	Szuborbitális röppálya, magasság nem ismert	Valószínűleg elfogási teszt
2015. 10. 30.	Valószínűleg „DN-3”, a megnevezés helyessége nem ismert	Korla	Nem ismert	Szuborbitális röppálya, magasság nem ismert	Valószínűleg repülési-működési teszt
2017. 07. 23.	„DN-3”	Valószínűleg Jiuquan	Valószínűleg ballisztikus rakéta	Szuborbitális röppálya, üzemzavar történt	Valószínűleg elfogási teszt
2018. 02. 05.	„DN-3”	Korla	CSS-5 ballisztikus rakéta	Szuborbitális röppálya, magasság nem ismert	Valószínűleg elfogási teszt

vissza. Habár kétségtelen tény, hogy a hordozórakéta hasznos terhe akár szolgálhatott is tudományos célokat, de ez a viselkedés sokkal közelebb áll egy közepes Föld körüli pályát vagy geoszinkron pályát megcélzó, közvetlenül célra repülő műholdelhárító fegyverhez.

Megkérdőjelezhető azonban egy ilyen fegyver hasznossága. A globális műholdas navigációs rendszerek műholdjai közepes Föld körüli pályán, a 2000 – 35 786 km-es magasságtartományban üzemelnek. Ezek a rendszerek létfontosságú kritikus infrastruktúrák a modern haderőkben, vagyis kiiktatásuk hatalmas műveleti előnyt jelent a szemben álló félnek. Viszont ezek a rendszerek egyenként is több tucat műholddal üzemelnek, valamint számos repülő tartálékot is pályára állítanak, éppen az egyes műholdak kiesése esetére. Emiatt igen nagyszámú műholdat kellene viszonylag rövid idő alatt sikeresen elfogni. A geoszinkron pályával – amelynek pályamagassága kb. 35 800 km – más a helyzet. Ott az egyes szolgáltatási (például távközlési) rendszerek eredendően kevés (esetenként csak egyetlenegy) műholdra alapozva üzemelnek, vagyis sokkal könnyebb hatásosan pusztítani. Viszont a szuborbitális röppálya miatt az elfogó harci résznek elsősre el kell találnia a célpontját. Ennek sikeressége (pontos célzás esetén) attól függ, hogy a harci rész keresztirányú manőverezési képessége vagy a műhold pályaváltoztatási képessége nagyobb-e adott időegység alatt. A korszerű műholdak alacsony tolóerejű elektromos (ion) hajtóművei ebből a szem-

pontból hátrányt jelentenek a megtámadott fél számára ilyen helyzetben, bármilyen hasznos is ez a megoldás a normál üzemeltetés során. De nehezen képzelhető el olyan nemzetközi konfliktus, amely során valamely fél ütközéssel való megsemmisítést alkalmazna a geoszinkron pályán. Ez akkora tömegű űrszemetet eredményezne, amely gyakorlatilag örök időkre beszennyezné a pályát (használatlan ná téve a támadó fél itt lévő műholdjait is), hiszen ebben a magasságban az alacsony pályához hasonló természetes röppálya-degradáció gyakorlatilag nem történik. Az ütközés során kialakuló törmelékfelhőt csak emberi tevékenységgel lehetne mentesíteni, amihez nem rendelkezünk eszközökkel.

Drámaian hangzik, de egy ilyen ütközés eredménye nagyobb hatást gyakorolna az emberi társadalomra, mint a hírosimai és nagaszaki atomtámadás.

(Folytatjuk)

JEGYZETEK

- 1 Az ábrák forrását a cikk II. részben tesszük közzé.
- 2 A cikk az idegen nyelvű forrásokban való könnyebb visszakeresés érdekében angol nyelvű átírásokat használ a kínai szavakhoz;
- 3 Látványos videoanimáció az OBF végrehajtásáról: <https://www.youtube.com/watch?v=uBmZL145Lrw>.

Dr. Both Előd* – Schuminszky Nándor**

A Szojuz űrhajó alternatívája II. rész

A REPÜLÉSI TERVEK

Az Almaz első szakaszának űrrepüléseit Szaljut-3 és Szaljut-5 néven hajtották végre. Eközben folytatódott a második szakasz előkészítése, tervezése, mégpedig a Szovjetunió Kommunista Pártja (SzKP) Központi Bizottsága és a Szovjetunió Minisztertanácsa 1976. január 19-én kelt, 476-13. számú, „Az Almaz és a TKSz eszközök fejlesztési munkájáról” című rendelete alapján. Ebben a TKSz űrhajó hat repülését tervezték teljes kiépítésben és rakománnyal, továbbá a VA űrkabin kilenc további, pilóta nélküli útját. Két, embereket nem szállító TKSz repülést négy pilótás küldetés követett volna (később ezt a számot ötre növelték). A rendelet a következő menetrendet írta elő:

- 1976 első negyedéve – A VA űrkabin személyzet nélküli próbarepülései;
- 1976 második negyedéve – A két dokkolónyílású, változtatható személyzettel üzemeltethető űrállomás tervezésének befejezése;
- 1976 vége – A TKSz személyzet nélküli próbarepülései;
- 1977 vége – Az 1. szakasz vége, az OPSz-3 repülésével;
- 1977 vége – A két dokkolónyílású OPSz-4 próbarepülése az első dokkoló-nyíláshoz kapcsolt visszatérő kabinnal;
- 1978 vége – TKSz repülések űrhajósokkal;
- 1980 vége – Az OPSz/TKSz/VA rendszerek szolgáltatásba állításának jóváhagyása.

Nem sokkal a rendelet kiadását követően azonban Andrej A. Grecsko marsallt, honvédelmi minisztert szívroham érte. Ezzel Vlagyimir Nyikolajevics Cselomej ukrán származású szovjet tudós és rakétatervező mérnök elveszítette

11. ábra. Csak képzeletben valósult meg a TKSz űrrepülése, fedélzetén űrhajósokkal. A háttérben a Szaljut-3 űrállomás látható (Novosztyi Koszmonavtyiki)



12. ábra. A VA-űrkabin a moszkvai Űrhajózási Emlékmúzeumban (Nik Steggall)

legfőbb támogatóját, és immár képtelen volt ellenállást kifejteni annak érdekében, hogy Dmitrij F. Usztyinov (Grecsko utódja a honvédelmi miniszteri székben) és Valentyin P. Glusko leállítsák és megszüntessék a projektjeit.

A VA-űrkabinokat párosával kívánták kipróbálni, mert a speciálisan erre a célra átalakított 82LB72 Proton hordozórakétával egyszerre két VA-t lehetett volna pályára állítani. Az eredeti, két indítást tartalmazó programot korábban már öt indításra bővítették, mind az öt alkalommal két-két VA-val. Az utolsó két, 1978-ra tervezett start során űrhajósokkal a fedélzetén indult volna a VA űrkabin.

A TKSz-VA hiperszonikus sebességű visszatérő manővere során az emelőerő és a közegellenállás aránya 0,25 volt, ami lehetővé tette, hogy a sűrűbb légkörbe érve felhajtóerő hasson rá. Ennek következtében az irányítórendszer (BSZU-V) az optimális pályán, minimális hő- és g-terhelés mellett tudta a leszállás kijelölt helye felé manőverezni az űrkabin. A VA számára kifejlesztett, többször felhasználható hővédő pajzs anyaga, tulajdonságait tekintve messze felülmúlta a Szojuz űrhajók visszatérő kabinjánál használt hővédő anyagot.

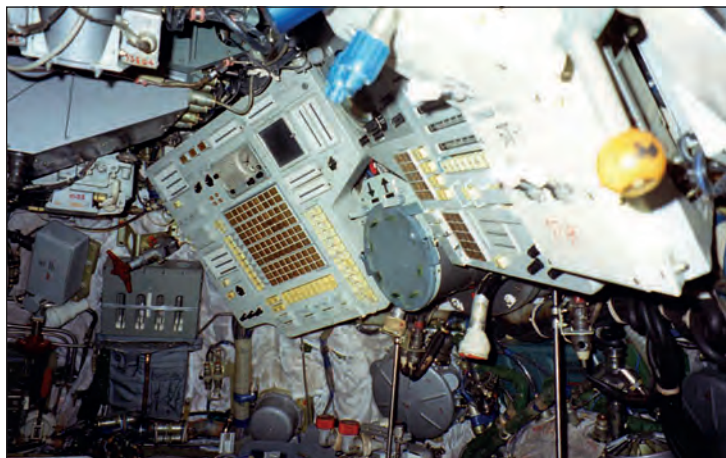
A VA küldetésemszakító rendszere a hordozórakéta hibája, rendellenes működése esetén 15 g nehézségi gyorsulással gyorsulással szakította le a rakétáról az űrkabin, amely az indítóállástól 1–1,5 km távolságban simán ért volna földet.

A TÉNYLEGES REPÜLÉSI PRÓBÁK

Az első Proton 82LB72-es rakétát a VA kísérleti példányával 1976. december 10-én állították az indítóállásba. A VA-kabinban elhelyezték a *Kaktusz* nevű, gammasugárzást mérő altimétert és annak részeként a *Probki* („forgalmi dugó”) radioaktív szenzorrendszert, amelyik a kabin sima leszállása során működésbe hozta a fékező hajtóművet. Az űrruhák helyére telemetriai berendezések kerültek.

* A Magyar Asztronautikai Társaság elnöke. ORCID: 0000-0002-2398-9507

** Magyar Asztronautikai Társaság. ORCID: 0000-0001-7947-8645



13. ábra. A TKSz-VA műszerpultja (bal oldalon) a Szozuz-T űrhajóéhoz hasonló (Fotók: Nik Steggall, APN)

Az LVI-1 (két VA-s konfiguráció) küldetés startjára december 15-én 01:30 órakor (GMT) került sor. Egy majdnem teljes Föld körüli keringés után, mindkét kabin kb. 3:00 órakor (GMT) ért földet (északi szélesség 44°, keleti hosszúság 73°). A repülések hivatalosan a Kozmosz-881 (VA009A) és a Kozmosz-882 (VA009) jelölést kapták.

Miközben a VA próbái a tervekhez képest késésben voltak, az első teljes kiépítettségű TKSz-t 1977 elején Bajkonurba szállították, ahonnan július 17-én Kozmosz-929 néven pályára állították. A TKSz többféle manővert hajtott végre, a pálya magasságának változtatásai összességében közel 300 m/s sebességváltozásnak (Δv) feleltek meg. A 009 sorozatszámú VA-kabin 1977. augusztus 16-án tért vissza a Földre. A TKSz űrhajó FGB egysége irányított repüléssel pályán maradt, majd 1978. február 2-án, 201 napi repülés után bevezették a Föld légkörébe.

A VA következő próbarepülését egy hónappal később, augusztus 2-án indították. A hordozórakéta azonban 49 másodperccel a start után felrobbant. A SzASz mentőrendszer letépte a 009P űrkabint a felrobbanó Proton hordozórakétáról, és sikeresen leszállította a kabint. Az alsó VA azonban a hordozórakétával együtt megsemmisült.

A kudarcra való tekintettel elvetették azt a tervet, amely szerint a következő próbarepülés során a felső űrkabinba űrhajósokat ültettek volna. A LVI-3 próbarepülést (VA 102P és 102L alias Kozmosz-997 és Kozmosz-998) végül az eredeti tervhez képest négy hónap késéssel, 1978. március 30-án indították. Mindkét kabin egy-egy keringést végzett a Föld körül, majd sikeresen visszatért.

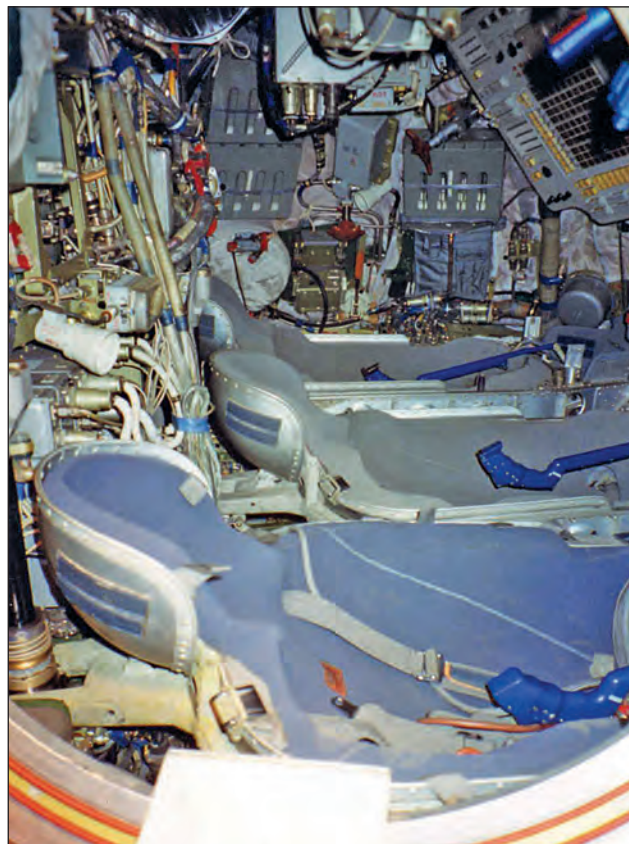
1978. augusztus 15-én a VA integritási ellenőrzését egy nagy vákuumkamrában végezték Moninóban. (Ez a Moszkvától 23 km-re keletre fekvő város 2011-ig adott otthont a szovjet légierő Gagarinról elnevezett akadémiájának. Ma a világ egyik legnagyobb repülési múzeuma található ott.) Az ellenőrző kísérlet alanya a VA-kabinban ülő kutatómérnök, Szergej V. Cselomej (a főtervező fia) volt. A teszt kezdetén a kísérleti személy sisakjában kinyílt egy szelep. Szkaferdere megvédte a vákuumtól, mert a kamra olyan kialakítású volt, hogy a sisakon keresztül történő levegővesztést nagy mennyiségű oxigén gyors beszívattyúzásával ellensúlyozhassák. Végül majdnem sikerült teljesen helyreállítani a nyomást és az ifjabb Cselomej szerencsésen túlélte a balesetet.

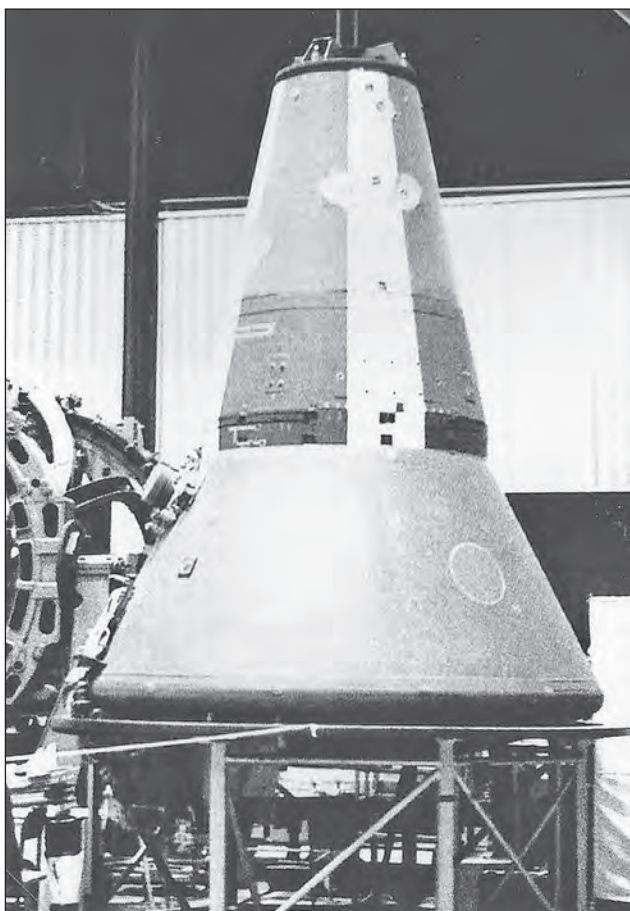
1979. április 20-án az LVI-4 repülésre készen álló VA űrkabinok (VA#103 és #008) az indításukra vártak. A hordozórakéta hajtóműve rendben beindult, de azonnal le is állt; a rakéta ott maradt az indítóállásban. A sikertelen start azonban beindította a mentőrendszert, amelyik a felső

kapszulát letépte a hordozórakétáról. Az ejtőernyője azonban nem nyílt ki, ezért az űrkabin a földre csapódott. Az alsó VA sértetlenül a rakétán maradt.

Mivel a Proton hordozórakéta nem sérült meg, ezért kicserélték a hasznos terhet, és egy hónappal később, 1979. május 23-án Kozmosz-1100 és -1101 néven pályára állította a két űrkabint, az LVI-3 repülés után visszatért 102P és 102L ikreket. A pályán azonban az egyik VA elektromos elosztó rendszere meghibásodott, ezért csak két Föld körüli keringés után tudott leszállni. A másik űrkabin azonban — a terveknek megfelelően — egy keringést követően ért földet. Ez a start ismét bebizonyította, hogy a VA kabin valóban többször felhasználható.

14. ábra. A VA-űrkabin három ülése. A középső ülés felhajtásával lehetett az átjáró-alagútba jutni (Nik Steggall)



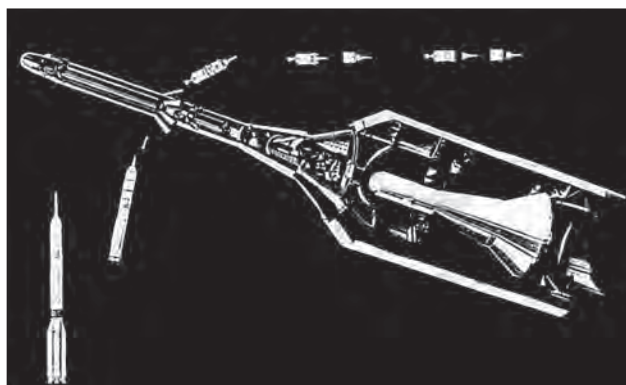


15. ábra. A Kozmosz-1443 (TKSz-VA) a szerelőcsarnokban (Novosztyi Koszmonavtyiki)

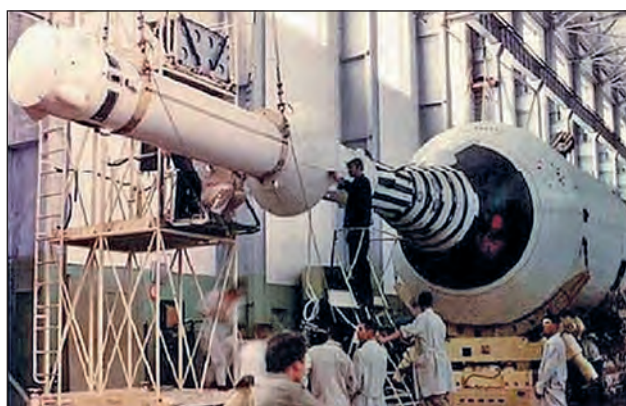
AZ ŰRHAJÓSOK FELKÉSZÜLÉSE

Időközben az Almaz program második szakaszát is átalakították. Az űrállomás tömege nagyobb lett, ezért a Proton hordozórakéta teljesítménye már nem volt elég ahhoz, hogy az Almazt a második dokkolónyílásához kapcsolt VA űrkabinnal együtt pályára állítsa. Ezért a tervet úgy módosították, hogy az egyik dokkolónyílásához Szojuz űrhajó, a másikhoz pedig TKSz tudjon kapcsolódni. 1978 elején azonban csökkentették a projekt költségvetését, ezért az első startot elhalasztották. Ennek ellenére decemberben a rakétákat és az űreszközöket gyártó CKBM vállalatnál kiválasztották a személyzet tagjainak Anatolij Berezovoj parancsnokot, Jurij Glazkov fedélzeti mérnököt és Valerij Romanov mérnököt. Nyomban meg is kezdték kiképzésüket az Almaz OPSz-4 küldetésére. A repülési terv a következő volt:

- 1980. december: az Almaz-2 (OPSz-4) indítása;
- 1981. január: a TKSz első tervezett repülése űrhajósokkal. A személyzet tagjainak Anatolij Berezovoj parancsnokot, Jurij Glazkov fedélzeti mérnököt és Valerij Makrusin kutatómérnököt jelölték ki. Az űrhajó összekapcsolódott volna az Almaz katonai űrállomással, a küldetés időtartamát három hónapra tervezték;
- 1981. április: a TKSz második repülése a katonai űrállomáshoz, a küldetés időtartama négy hónap, a személyzet tagjai: Valerij Kozelszkij parancsnok, Jurij Artyuhin fedélzeti mérnök és Valerij Romanov kutatómérnök;
- 1981. augusztus: a TKSz harmadik repülése a katonai űrállomáshoz, a személyzet tagjai: Gennagyij Szara-



16. ábra. Az LVI elnevezésű konfigurációban két VA került be egy henger alakú házba. Az alsó űrhajónak nem volt mentőrendszere, ezért egy hordozórakéta-hiba esetén esély sem volt a mentésére (Novosztyi Koszmonavtyiki)



17. ábra. A TKSz-VA-t összeillesztik egy Proton hordozórakétával (Novosztyi Koszmonavtyiki)

fanov parancsnok, Valerij Preobrazsenszkij fedélzeti mérnök és Dmitrij Jujukov kutatómérnök;

- 1982. április: egy Szojuz űrhajó kapcsolódik össze a katonai űrállomással, a személyzetet Jurij Malisev parancsnok és Alekszandr Lavejkin alkotja.

Ez volt a teljes időtartamú, pilótás Almaz-program utolsó változata. 1978 végén az a végső döntés született, hogy az Almaz és a DOSZ projektek egyesítésével létrehozzák a Mir űrállomást. A már meglévő Almaz-2 űreszközöket átalakítják automatikus, radaros, felderítő műholdakká. Egy 1979 februárjában kelt hivatalos határozat törölte az Almaz projektet, de a tervezett katonai kísérletek egyes elemeit beépítették a Mir tervbe. Ehhez a Mir dokkolónyílásait annyira meg kellett erősíteni, hogy a Glusko tervezte könnyebb modulok helyett, a TKSz-en alapuló, 20 tonna tömegű modulok fogadására is alkalmas legyen.

A körülmények alakulása ellenére továbbra is azt tervezték, hogy a TKSz-ek közül kettő űrhajósokkal a fedélzetén repülne a Szaljut űrállomásokhoz. 1979 szeptemberében és októberében a TKSz-2 és -3 repülésekre három váltás személyzetet — közülük egy tartalékot — jelöltek ki:

- TKSz-2: Eduard Sztjepanov parancsnok, Jurij Glazkov fedélzeti mérnök, Valerij Makrusin kutatómérnök;
- TKSz-3: Gennagyij Szarafanov parancsnok, Valerij Preobrazsenszkij fedélzeti mérnök, Valerij Romanov kutatómérnök;
- Tartalék: Anatolij Berezovoj parancsnok, Jurij Artyuhin fedélzeti mérnök, Dmitrij Jujukov kutatómérnök.

1979. november 20–28. között a GKNII két, háromtagú személyzet közreműködésével elvégezte a TKSz földi el-



1. táblázat. Szovjet szállító-ellátó (TKSz) űrhajók

Név	Indítás	VA leszállás	Vége	Esemény
Kozmosz-929	1977. 07. 17.	1977. 08. 16.	1978. 02. 02.	önálló tesztrepülés
Kozmosz-1267	1981. 04. 25.	1981. 05. 24.	1982. 07. 29.	57 napos önálló repülés után dokkolt a Szaljut-6 űrállomáshoz
Kozmosz-1443	1983. 03. 02.	1983. 08. 23.	1983. 09. 19.	kétnapos önálló repülés után dokkolt a Szaljut-7 űrállomáshoz
Kozmosz-1686	1985. 09. 27.	1985. 10. 02.	1991. 02. 07.	a módosított űrhajó utolsó repülése; dokkolt a Szaljut-7 űrállomáshoz

lenőrzéseit. A vizsgálat során számos problémára fény derült, amelynek következtében át kellett dolgozni az űrhajó terveit.

TKSz ŰRREPÜLÉSEK – ÚJABB ŰRHAJÓSOK FELKÉSZÜLÉSE

1981. április 25-én a módosított TKSz űrhajót – személyzet nélkül – Kozmosz-1267 néven állították pályára. Egy nap híján egy hónappal később, a VA-űrkabin sikeresen földet ért. Az FGB modult június 19-én 10:52-kor (moszkvai idő szerint), 57 napos önálló repülés után hozzákapcsolták a Szaljut-6 űrállomáshoz. Mindaddig az űrállomáshoz kapcsolva maradt, amíg 1982. július 29-én mindkettőt letérítették a pályájáról és megsemmisítették. (A további TKSz űrrepülések összefoglalása az 1. táblázatban található.)

A Kozmosz-1267 sikeres repülése ellenére Usztyinov marsall tovább folytatta a leszámolást Cselomejjel, és az Almaz program teljes hátralévő részét törölte. Az 1981. december 19-én kelt rendelete minden további munkát felfüggesztett, amely a TKSz pilótás repüléseivel állt kapcsolatban. Ezeket a tervezett repüléseket a Mir űrállomás moduljainak tesztrepüléseivé minősítette át. A TKSz kiképzőcsoportot pedig feloszlatták.

A TKSz emberes „repülései” azonban mégsem kerültek le teljesen a napirendről. 1982-ben újra elkezdtek egy űrhajóscsoport felkészítését azzal a céllal, hogy a TKSz űrhajón repüljenek, továbbá katonai kísérleteket hajtsanak végre a TKSz-3 fedélzetén, miután az hozzákapcsolódott a Szaljut-7 űrállomáshoz. A személyzet az alábbi űrhajósokból állt:

- 1. személyzet: Vlagyimir Vaszjutyin parancsnok, Viktor Szavinih fedélzeti mérnök, Alekszandr Volkov tesztűrhajós;
- 2. személyzet: Alekszandr Viktorenko parancsnok, Alekszandr Alekszandrov fedélzeti mérnök, Jevgenyij Szalej tesztűrhajós;



18. ábra. Starthelyen a Proton-TKSz (Novosztji Koszmonavtyiki)



19. ábra. VA-űrkabin a leszállás után (cosmopark.ru)

2. táblázat. A TKSz főbb adatai

GRAU-kód	11F72
Hasznos teher	12 600 kg
Üres tömeg	13 688 kg
Tömeg (hajtóanyaggal)	17 510 kg
Tolóerő	7,84 kN
Fajlagos impulzus	291 s
Hosszúsága (indításkor)	17,51 m
Hosszúsága (pályán)*	13,20 m
Legnagyobb átmérő	4,15 m
Napelemek feszítávolsága	17,00 m
Hasznos belső tér	45 m ³
VA tömege	4200 kg

* mentőrakéta nélkül

- Tartalék: Anatolij Szolovjov parancsnok, Alekszandr Szerebrov fedélzeti mérnök, Nyikolaj Moszkalenko tesztűrhajós.

Az addig sikeresen működő Szaljut-7 űrállomás azonban váratlanul üzemképtelenné vált. A felmerült problémák miatt a TKSz-3-sal kapcsolatos terveket teljes mértékben fel kellett adni. A kijelölt első személyzet helyett, 1985. június 6-án Vlagyimir Dzsanyibekov és Viktor Szavinih azzal a feladattal repült a Szojuz T-13 űrhajóval az űrállomásra, hogy mérjék fel a Szaljut-7 műszaki állapotát és végezzék el a szükséges javításokat. Az első TKSz-személyzet csak akkor vált teljessé, amikor 1985. szeptember 17-én a Szojuz T-14 űrhajóval a Vlagyimir Vaszjutyin, Georgij Grecsko és Alekszandr Volkov is megérkezett a Szaljut-7-esre. Dzsanyibekov és Grecsko szeptember 26-án a Szojuz T-13-assal visszatértek a Földre, emiatt az űrállomás hátsó dokkolónyílása szabaddá vált a TKSz fogadására.

Másnap a TKSz Kozmosz-1686 néven, űrhajósok nélkül indult. Az űrhajóról azonban már eltávolították a VA visszatérő egységet, a kommunikációs rendszert, az űrhajó kézi irányítására szolgáló berendezéseket és kivették az üléseket is. Az így felszabadított helyre a Védelmi Minisztérium nagy felbontású fényképező berendezése és optikai kísérleti eszközei (egy infravörös távcső és az Ózon nevű spektrométer) kerültek. A TKSz sikeresen összekapcsolódott a Szaljut-7-tel, és az űrállomás megsemmisítéséig azzal összekapcsolva is maradt. Az űrállomás alapszemélyzetének tagjai két hónapon keresztül katonai kísérleteket végeztek. Vaszjutyin azonban hirtelen megbetegedett, ezért az űrhajósoknak a tervezett idő előtt, 1985. november 21-én vissza kellett térniük a Földre, az állomás pedig lakatlan maradt. A Szaljut-7-et ugyan automatikus vezérléssel magasabb keringési pályára emelték, hogy ott várja a

második TKSz-személyzetet, de ezután elveszítették az űrállomás irányítását. Azt tervezték, hogy a Buran űrrepülőgép egyik repülése során megközelíti, befogja és átvizsgálás céljából a Földre visszahozza a Szaljut-7-et, azonban a Buran űrrepülőgép-programot felfüggesztették. A Szaljut-7 a hozzá kapcsolt Kozmosz-1686-tal együtt, 1991. február 7-én Argentína fölött a légkörbe lépve megsemmisült.

Az ALMAZ-TKSz PROGRAM VÉGE

Ez volt az eredeti formájában, a VA visszatérő kabinnal együtt épített TKSz utolsó repülése. A TKSz további FGB moduljait azonban nem hagyták veszendőbe menni. Alapul szolgáltak a későbbi fejlesztésekhez; a csillagháborús tervek keretében létrehozott Poljus (Pólus) katonai űrállomáshoz, a Mirhez először kapcsolt Kvant-1 nevű moduljához. A TKSz-FGB továbbfejlesztéseként készültek el később a Mir űrállomás Priroda, Kvant-2, Krisztall és Szpektrom moduljai, valamint a Nemzetközi Űrállomás (ISS) első modulja, a Zarja (Hajnalpír).

FORRÁSOK

Encyclopedia Astronautica. Letöltve: 2019.09.16. <http://www.astronautix.com/>;

Dr. Horváth András, Schuminszky Nándor. „A szovjet katonai űrprogram kulisszatitkai I-II-III” *Haditechnika* 27/3-4 (1993): pp 16-20. és 17-21., 28/1 (1994): pp. 20-24.

A CIKKBEN SZEREPLŐ RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

- CKBM – Centralnoje Konsztruktorszkoje Bjuro Masinosztrojenija (Центральное Конструкторское Бюро Машиностроения)
– Központi Gépgyártási Tervező Iroda, korábbi nevén OKB-52. Ma NPO Masinosztrojenija (НПО машиностроения).
- DOSZ – Dolgovremennaja Orbitalnaja Sztancija (Долговременная орбитальная станция) – hosszú élettartamú orbitális állomás.
- FGB – Funkcionalno-Gruzovoj Blok (Функционально-грузовой блок) – funkcionális raktérblokk.
- GKNII – Goszudarsztvennij Krasznosznamennij Naucsno-Iszpitatelnij Insztityut (Государственный Краснознаменный Научно-испытательный Институт) – Állami Vörös Zászló Tudományos Kutatóintézet.
- GRAU – Glavnoje Raketno-Artillerijszkoje Upravlenijje (Главное Ракетно-Артиллерийское Управление Министерство Обороны Российской Федерации) – Oroszország Védelmi Minisztériumának Rakéta és Tüzérségi Eszközök Főcsoportfőnöksége, illetve ennek a hivatalnak (a GRAU-nak) a kódrendszere, amelyet 1938-ban vezettek be.
- OPSz – Orbitalnaja Pilotirujemaja Sztancija (Орбитальная пилотируемая станция), személyzettel ellátott orbitális állomás.
- SzASz – Szisztyema Avarijnovo Szpaszenijja (Система аварийного спасения) – sürgősségi mentőrendszer.
- TKSz – Transportnij Korabl Sznabzszenijja (Транспортный корабль снабжения) – szállító-ellátó űrhajó.
- VA – Vozvrascszajemij Apparat (Возвращаемый Аппарат) – visszatérő egység.

Szenes Zoltán – Siposné Kecskeméthy Klára

NATO 4.0 és Magyarország

2019-ben a 70 éves NATO és Magyarország több szimbolikus, egymásba kapcsolódó évfordulót ünnepel. 30 éve indult el hazánk hivatalos együttműködése az Észak-atlanti Szerződés Szervezetével és 20 éve lettünk a szövetség tagjai. Ebből az alkalomból jelent meg ez a szép kiállítású, magyar és angol nyelvű kötet a Zrínyi Kiadó gondozásában.

Hogy a címben mit jelent a 4.0? A NATO története során folyamatosan változott, megújult, tükrözve a nemzetközi biztonságpolitikai helyzet változásait. Ezt a folyamatot négy szakaszra oszthatjuk. Az első a hidegháború 40 éves időszaka volt (1949–1989). Ekkor a kollektív védelem és az elrettentést szolgáló katonai képességfejlesztés feladatai kerültek előtérbe. A második szakaszban (1990–2001) a NATO új partnerségi együttműködési stratégiát hirdetett, a tagországok köre kibővült, ebben az időszakban (1999-ben) csatlakozott a szervezetbe hazánk is. A harmadik, 2001–2014 közötti időszakot a terrorizmus elleni háború, valamint az új biztonsági kihívások elleni felkészülés feladatai határozták meg, végül a 2014-től kezdődő, jelenlegi időszakot az ukrán válság és az Iszlám Állam elleni küzdelem jellemzi.

Ma a 70 éves NATO 70 országból álló biztonsági közösség, amelyet 29 tagország, 21 békapartnerségi nemzet, 7 észak-afrikai, 4 öböl menti állam és 9 globális partner alkot.

A csatlakozással Magyarország nem csupán biztonságot kapott, hanem vállalta, hogy aktívan hozzájáruljon annak fenntartásához is. A tagság saját képére formálta a magyar haderőt (NATO-kompatibilitás), új lehetőségeket és kötelezettségeket, valamint folyamatos tanulást hozott magával. A kötet nagy figyelmet fordít a NATO fejlődésének és működésének bemutatására. A magyar NATO-tagságot a szövetségi politika és működés részeként tárgyalja. A könyv második fele a stratégiai koncepció hármas feladatrendszere (kollektív védelem, válságkezelés, kooperatív biztonság) alapján tárgyalja a hazai vonatkozású kérdéseket, amivel érzékelteti a rész és egész összefüggéseit, így nemcsak egy egységes NATO-t ismer meg az olvasó, hanem a magyar példán keresztül el tudja képzelni a többi tagország hozzájárulását is – így rajzolva ki a szövetségi politika és működés egészét.

A 487 oldalas, fűzött, keménytáblás kötetet számos ábra, térkép és fénykép illusztrálja. 8500 Ft-os áron kapható a könyvesboltokban, illetve a Zrínyi Kiadónál, 25%-os helyszíni kedvezménnyel (1087 Budapest, Kerepesi út 29/b, Tel.: 06 1-459-5373, e-mail: gyoredina@armedia.hu), továbbá kedvezményesen megrendelhető a kiadó online felületén: http://www.hmzrinyi.hu/termek/nato_4_0_es_magyarország. (SZ. A.)



(Illusztrációk a szerzők gyűjteményéből.)



1. ábra. A „Terepjáró, moduláris ballisztikai védelemmel ellátott ABV-felderítő jármű fejlesztése” című pályázat eredményeként létrejött, RDO-3221 ABV (CBRN) felderítő harcjármű

Zsitnyányi Attila*

KOMONDOR – könnyű páncélvédett bázisjármű család fejlesztése Magyarországon **I. rész**

BEVEZETÉSKÉPPEN: A MAGYAR HADIIPAR HELYZETE A RENDSZERVÁLTÁS UTÁN

A rendszerváltás utáni Magyarországon a külső és belső piacvesztés a hadiiparban funkcionális és strukturális válságot idézett elő. Ez a tulajdonviszonyok átrendeződésével

és jelentős kapacitások elvesztésével/megszűnésével járt. Az így kialakult struktúra kedvezőtlen, mivel túlnyomórészt tőkeszegény kis- és középvállalatok képezik a védelmi ipar gerincét, s jelentős tőkebefektetés sem történt. Komoly leépülést szenvedett el az ágazathoz szűkebb és tágabb értelemben kapcsolódó kutatás-fejlesztési háttér is.

ÖSSZEFOGLALÁS: A Haditechnika 2015/4. és a 2015/5. számaiban bemutatásra kerültek a GAMMA Zrt. által kifejlesztett és gyártott KOMONDOR, könnyű páncélvédettségű járműcsalád addig elkészült járművei, a fejlesztéshez vezető út, a megvalósítás fázisai, kihívásai és az eszközök általános harcászati-technikai jellemzői. Az elmúlt kilenc évben, az öt prototípusjármű megépítése során 12 páncéltest készült el. Jelen tanulmány bemutatja a fejlesztés szakaszait, az abban résztvevő fontosabb hazai és külföldi közreműködőket. Összefoglalja az eddig megvalósult KOMONDOR bázisjárművek és típusváltozatok főbb jellemzőit.

KULCSSZAVAK: magyar hadiipar, kutatás-fejlesztés, KOMONDOR, GAMMA Zrt., Zrínyi 2026 program

ABSTRACT: From the Numbers 5 and 6/2015 of the periodical Haditechnika, readers could get knowledge about the produced-at-that-time vehicles of the KOMONDOR light armoured vehicle family developed and manufactured by the Gamma Technical Corporation, the road leading to development, the phases, the challenges, the means and the general tactical-technical features of implementation. Over the past nine years, 12 armoured bodies have been completed in the course of building the 5 prototype vehicles. The vehicle family is already characterized by adequate protection, fire power, agility and survivability, and it is capable or can be made capable of completing commanding, shooting, branch and special arm tasks.

KEY WORDS: Hungarian defence industry, research and development, KOMONDOR, GAMMA Technical Corporation, Zrínyi 2026 programme

* NKE Katonai Műszaki Doktori Iskola. ORCID: 0000-0003-3571-652X

A strukturálisan hagyományos védelmi ipar jelentős, a hazai ipar képességét fejlesztő programok hiányában a korábban rendszerbe állított hadfelszerelési eszközök kiszolgáltatására és karbantartására fókuszált. Emellett azért – többek között – a védelmi elektronika, vegyivédelem, radar-technológia terén is sikerült exportképes termékekkel és szolgáltatásokkal, ma is használható referenciákat teremteni.

A Zrínyi 2026 program új lehetőségeket jelenthet. A fejlesztésekben a kormány fontos tényezőként számol a hazai védelmi ipar minél szélesebb körű, átgondolt újjá-
 fejlesztésével, lehetőség szerinti bővítésével, nem beszélve annak gazdaságélénkítő és munkahelyteremtő hatásairól. Ha a védelmi kiadások egy részét a magyar gyártó és szolgáltató iparban lehetne elkölteni, azok jelentős része gyakorlatilag a magyar államkasszába kerülne vissza, amely így újra felhasználható. A KOMONDOR harcjárműcsalád tervezése és gyártása (már a prototípus-kialakítás szintjén is) kihatással van további – szintén a védelmi iparban tevékenykedő – cégekre és további kapcsolódó iparágak szereplőire is. Már a prototípus kialakítása szintjén kimutatható, hogy a hazai tervezés és gyártás eredményeként akár 50%-ot is meghaladó hazai hozzáadott érték érhető el.

MIÉRT INDULT A FEJLESZTÉS, HONNAN JÖTT AZ ÖTLET?

A Magyar Honvédség vegyivédelmi és nukleáris mérőeszközökkel, egyéni védőeszközökkel való ellátása egyike azon szakterületeknek, amelyeket folyamatosan sikerült hazai fejlesztéssel és gyártással megvalósítani a GAMMA Műszaki és a Respirátor Zrt.-k, valamint a HM Haditechnikai Intézet több évtizedes együttműködésének eredményeképpen. 1970-től a GAMMA Műszaki Zrt. saját fejlesztésű sugárázsmérő műszereinek széles skálája került gyártásra és rendszeresítésre a Honvédelmi Minisztérium, Belügyminisztérium és a VPOP¹ speciális igényei szerint. Ezekkel egyidejűleg a vegyivédelem további igényeinek megfelelően újabb eszközökkel bővült a cégek gyártmányválasztéka, így kerültek kifejlesztésre és gyártásra olyan termékek, mint a tábori meteorológiai állomások és a különböző vegyijelző és környezet-monitoring berendezések.

2001-ben kezdődött a VS-BRDM járművek korszerűsítése a HM Armcom fővállalkozásában, amelyhez a GAMMA nemzetközi viszonylatban is korszerű, integrált ABV-felderítő rendszert fejlesztett. A következő fázisban, a HM Currus Zrt. alvállalkozójaként 2007-ben ezt a rendszert a BTR-80 bázisán (mint BTR-80 VSF) fejlesztették tovább [1]. Ezt követően folyamatosan érkeztek a megkeresések külföldről komplex ABV-felderítő jármű szállítására, ahol azzal kellett szembe-
 sülniük, hogy ha nincs saját (hazai) gyártású járművük, nem tudnak versenyképes ajánlatot tenni. Ez a magyar védelmi ipar egy nagyon lényeges problémájára mutatott rá, ha nincs hordozó eszköz, akkor a járműre ráépíthető rendszerek értékesítésének minimális az esélye.

A nemzetközi gyakorlat azt mutatja követendő példaként, hogy a nemzeti védelmi feladatok ellátása során, a szövetséges kötelezettségek keretein belül az országok igyekeznek elsődlegesen a saját iparukra támaszkodni. Valamennyi járműiparral rendelkező ország elkészítette a korszerű hadviselési formákhoz igazodó könnyű-páncélvédettségi járművét, ezáltal fejlesztve/tovább fejlesztve/fenntartva saját nemzeti iparát. Itthon azonban senki sem hitt abban, hogy ez megvalósítható.

A GAMMA-nál ezért új utakat kerestek, megpróbáltak külföldön olyan partnereket találni, akiknek van járműve, viszont az adott országban nincs a konkurens műszergyár-



2. ábra. RDO-3221 merevhidas kivitelű első prototípus bázisjármű, a fejlesztést elindítását követő évben



3. ábra. RDO-3221 bázisjármű pótpáncélzattal. A klímaberendezés mérete ezen a változaton már a felére csökkent

tó, így lehet esély az együttműködésre, technológiai transzferre. Bár realizált eredményre nem vezetett, de sok ország járműgyártását ismerhették meg (belülről), rácsodálkozva, hogy milyen kis országok is képesek ezt önállóan megvalósítani.

A KOMONDOR FEJLESZTÉSE

2007-ben – a Respirátor megvásárlását követően – új technológiák és együttműködő partnerek jelentek meg elérhető közelségben, így sorozatos fejlesztésekbe kezdtek a járműgyártáshoz kapcsolódó területeken is. A tradicionális termékköreik hazai rendelkezéseinek folyamatos visszaesése miatt újabb – magyar gyártók által le nem fedett – lehetőségeket kellett keresni a stabil működés fenntartása érdekében, hogy meg tudják tartani a meglévő gyártó és fejlesztő kapacitásaikat. A magyar védelmi ipar egyik meghatározó vállalataként a GAMMA Zrt. végül az élre állt, a sokszor bizonyított fejlesztő gárdára alapozva 2010-ben elindult az első független, nagy járműprojekt.

Céljuk volt az is, hogy példát mutassanak a hazai védelmi ipar szereplőinek: lehet itthon is eredményeket elérni, hosszú távú gondolkodással. Erre áldozni kell, nem csak pénzt, de sok munkát és energiát, valamint a hazai cégekre még nem jellemző mértékű kockázatot is vállalni szükséges. Az iparági szereplők között együttműködésre és bizalomra van szükség, nem egymással kell konkurálniuk, hanem a külföldi versenytársakkal. A GAMMA elkötelezett a magyar védelmi ipar iránt, s már az első jármű fejlesztési fázisában erőfeszítéseket tett a lehetőség szerint legmagasabb hazai hozzá-





4. ábra. RDO-3221 CBRN felderítő gépjármű néhány különleges kiegészítője a járműtestre kívülről rögzített tárolókba került. Így nem kellett kompromisszumokat kötni a járműben tartózkodó személyek védelme és a műszerek elhelyezésével kapcsolatos követelmények között. A jármű terepjáró képességét a kiegészítők nem befolyásolják

adott érték elérésére, annak érdekében, hogy a magyar védelmi ipar exportképes, a nemzetközi piacokon is érdeklődésre számot tartó termékkel rendelkezessen.

A járműfejlesztési folyamatok természetesen nem fejeződtek be az első prototípus jármű elkészültével. Az eltelt években folyamatos a járműcsalád bővítése, a meglévő járművek modernizációja, új megoldások beépítése és természetesen a felmerülő megrendelői igényeket kielégítő új változatok tervezése, építése. A fejlesztés kezdete óta több mint száz hazai vállalkozás 350-et is meghaladó dolgozójának (ebből mintegy 90 mérnök) bevonásával készültek el az első bázisjármű prototípusok, illetve azok különböző módoszatai, amelyek a magyar védelmi ipar új fejezetét nyitották meg. Közel 40 év után ismét hazai harcjármű gyártás folyhat, meghatározó alapeszközt biztosítva további hazai eszközgyártóknak is, termékeik integrálására, bemutatására [2].

A járműcsalád eddigi fejlesztése 4 szakaszra bontható: (1.) Az első prototípus jármű kifejlesztése pályázati támogatás segítségével. (2.) Az első változat tapasztalatai alapján további két prototípus járműváltozat kifejlesztése, szintén pályázati támogatás mellett. (3.) Az első értékesítésre kerülő változat kialakítása, és a negyedik prototípus jármű változat kifejlesztése önrőből. (4.) Nemzetközi tenderen elnyert szerződés teljesítéséhez szükséges ötödik prototípus jármű változat kifejlesztése és a szerződött példányok gyártása.

5. ábra. RDO-3221 RSV sugárvédett jármű, a tengelytávolságának köszönhetően kiválóan alkalmazható nagyvárosi környezetben is



Ebben a cikkben a szakaszok ismertetése mellett a megvalósított járművek műszaki részleteire koncentrálok, illetve a járműcsaládban rejlő további lehetőségeket mutatom be.

AZ ELSŐ SZAKASZ

A GAMMA Zrt. a KOMONDOR járműcsalád fejlesztésének példáján keresztül szeretne volna bizonyítani, hogy a magyar hadiipar rendelkezik még a szükséges képességekkel a magyar védelmi feladatok ellátására is alkalmas járműcsalád vagy más hasonló komplexitású termékek kifejlesztéséhez, gyártásához, teljes életciklusra szóló logisztikai biztosításához, és a későbbi korszerűsítéséhez.

A fentieket alátámasztandó 2010. évben megkezdtek egy komplett könnyű-páncélvédettségű harcjármű-család és lehetséges típusváltozatainak koncepciójának kidolgozását. A fejlesztés célja a NATO alkalmazási elveinek és a MH alkalmazói és üzemben tartói igényeinek megfelelő bázisjármű család kialakítása volt, amely kellő védelemmel, tűzerővel, mozgékonyssággal, túlélőképességgel stb. rendelkezik, és kialakításából eredően alkalmas, illetve alkalmassá tehető parancsnoki, lövész-, fegyvernemi, szakági stb. feladatok végrehajtására.

Az RDO-32212 KOMONDOR

A járműcsalád első, RDO-3221 típusazonosítóval rendelkező bázisjármű változata a 2010 novemberében elnyert, a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség (NFÜ) „Vállalati innováció ösztönzése (KMOP 1.1.4-09)” tárgyában meghirdetett pályázat megvalósítása során készült, ahol a fő hangsúly a GAMMA Műszaki Zrt. hagyományos profiljába tartozó járműbe integrálható ABV felderítő képesség bemutatásán volt. Megjelentek azonban már azok az alapvető műszaki megoldások is, amelyek az egész járműcsaládot jellemzik. A külső megjelenést is egységesítő hegesztett önhordó páncéltest, a jármű teljes hosszában (még a motortér alatt is) végighúzódozó „V” alsórész kialakítással, a 12 kW/t-át meghaladó fajlagos teljesítményű erőforrás, az osztóművel kiegészített hajtáslánc hossz- és kereszt differenciálzárakkal, a ballisztikai védeltséget biztosító biztonsági üvegek, a speciális szűrő szellőztető rendszer, a vezetést, illetve megfigyelést segítő kamera rendszer.

A GAMMA Zrt. által gyártott páncéltestbe egy kereskedelmi forgalomban elérhető alvázból kinyert IVECO Tector



6. ábra. RDO-3921 bázisjármű még az eredeti orr-kialakítással. A terepi tapasztalatok alapján a kormány szerkezetet később áthelyezték

279 típusú négyütemű, vízhűtéses, hathengeres soros elrendezésű, közvetlen befecskendezéses EUR 5-ös környezetvédelmi besorolású dízelmotor került beépítésre. A motor egytárcsás száraz tengelykapcsolón keresztül hajtja a 6 sebességű ZF 6S 1'000 nyomatékváltót, ami kezdetben egy hazai fejlesztésű automatizáló egységgel került kiegészítésre, így az elindulást követően a sebességi fokozatok közötti váltás a tengelykapcsoló vezető általi működtetése nélkül, egyszerűen a kívánt fokozat kiválasztásával valósult meg. A nyomatékváltó a háromfokozatú ZF VG 760 osztóművön keresztül adja át a hajtást a futóművekre. Az osztómű állandó összerék-hajtást biztosít országúti fokozatban 1:1, terepfokozatban 1:2 áttételen keresztül. Az egyes fokozatok elektronikusan vezérelt pneumatikus kapcsolásúak úgy, mint az osztóműbe épített hosszanti differenciálzár is, ami tovább javítja a terepjáró képességet, megakadályozva a két tengely közötti csúszás kialakulását.

A futóművek merev hidas, kerék reduktoros, fél elliptikus, laprugózású kivitelűek, hidraulikus lengéscsillapítókkal. Mindkét futóművön elektronikusan vezérelt, pneumatikusan aktivált kereszt differenciálzárak találhatók. A jármű kormányműve ZF típusú hidraulikus szervokormány, ami kiegészülve az állítható kormányoszloppal könnyű kormányozhatóságot biztosít mind országúton, mind terepen. A jármű a KOMONDOR családhoz tervezett acél keréktárcsákkal rendelkezik, amiken a Michelin cég XZL2 395/85 R-20 katonai, tömlő nélküli gumiabroncsai találhatók. A gumiköpenyek különböző keréklégnyomás értékek mellett egyaránt kiváló tapadást biztosítanak műúton, köves terepen, homokban és mocsaras területeken. A mozgásképeség megőrzése érdekében a kerekekbe run-flat

rendszer építhető, így a gumiköpeny nagyobb sérülése esetén a rendszer még közel 100 km-es távolság megtételét biztosítja korlátozott sebesség mellett.

A kecskeméti székhelyű Knorr-Bremse cég együttműködésével, ABS-el kiegészített kétkörös tisztán pneumatikus fékrendszer a hidakon elhelyezett dobfékekre hat. A pneumatikus oldású, rugóerő által működtetett rögzítőfék (westing rendszerű) a hátsó tengelyre szerelt kerekeket fékezi. A közvetlenül hajtott 2 hengeres Knorr kompresszor a kocsik fékrendszerének működtetése mellett nagy nyomású levegőt biztosít a külső levegőcsatlakozóknak, a pneumatikus vezérlőszelvényeknek (osztómű, differenciálmű stb.), illetve vontatás esetén a pótkocsinak vagy a vontatott járműnek.

A személyzet ballisztikai, illetve aknahrattal szembeni védelmét alapvetően biztosító önhordó járműtest, az első prototípus fejlesztési példányánál még csak speciális hajlított acéllemezek összehegesztésével készült. Az elsődleges csapatszallító jellegnek megfelelően a kialakítás 2+7 fő befogadására alkalmas. A jármű ablakai ballisztikai védelmi tulajdonságokkal rendelkező fűthető több rétegű polikarbonát biztonsági üvegből készültek. A jármű teljes hosszában végig húzódó eltérő fizikai tulajdonságokkal rendelkező acéllemezekből hegesztett „V” alakú haspáncélzat hivatott az aknarobbanás hatásai elleni védelem biztosítására. Természetesen a koncepció alapján az első változat is rendelkezik számos olyan kisegítő rendszerrel, ami nem csak a biztonságot, de a komfortot, kezelhetőséget is növeli.

Ide sorolható a klíma és beépített állóhelyi fűtőberendezés, a sebességtartó rendszer, a kollektív ABV-védeltséget szűrt levegővel és túlnyomással biztosító szűrő-szellőztető





7. ábra. Minden jármű része egy integrált video-elosztó rendszer, amely nemcsak a járművön elhelyezett kamerák képét képes a parancsnok által kiválasztott monitorokon megjeleníteni, hanem a fegyverzeti vagy megfigyelő rendszer képe mellett bármely más berendezéstől érkező képi információt is

berendezés. A beépített, 6 db kamerával szerelt video-rendszer képei nappal és minimális fénynél is jó felbontású képeket biztosít a vezető, illetve járműparancsnok előtt elhelyezett speciális kialakítású monitorokra. A járműbe igény szerint beépíthető automata tűzoltó rendszer, valamint a külső és belső kommunikációs rendszer.

A fejlesztés eredményeképpen, a bázisjárművön túl kialakításra került az első típusváltozat az RDO-3221 ABVF³ változata. A jármű felszerelése, valamint fedélzeti felderítő rendszere (vegyi, sugár- és biológiai detektorok, mintavevő

és kollektív védelmi eszközök) az elérhető legfejlettebb műszaki színvonalat képviselő eszközökből épül fel. Ezzel nem csak a GAMMA által fejlesztett vegyi védelmi felderítő műszerek bemutatására nyílt lehetőség egy korszerű járműben. Az egyik legkomplexebb típusváltozat megépítése igazolta, hogy a bázisjárműben gyakorlatilag bármilyen más, az adott méretű hasznos térben elhelyezhető képesség is megvalósítható (pl. lövés, felderítő, sebesültkihordó, SIGINT/COMINT, század tűztámogató, páncéltörő rakétás, szakaszparancsnoki, századparancsnoki, aknavető-hordozó, ERIP, sebesültszállító, műszaki mentő, karhatalmi járművek).

8. ábra. RDO-3921 AMB sebesültszállító jármű. A 3 fős személyzet mellett, oldalanként 1-1 fekvő vagy 3-3 ülő sebesült szállítására alkalmas



A MÁSODIK SZAKASZ

Az RDO-3221 sikeres megvalósítását követően egy új fejezet kezdődött a járműcsalád fejlesztésében. Az új generációs járműveknél a képességek már a lehetséges felhasználók által meghatározott konkrét követelményeknek megfelelően kerültek kialakításra, megváltoztak az erőátviteli rendszer egyes elemei, a korábbi merev felfüggesztés helyett független megoldásra váltottak, a manuális váltót automata váltotta fel, a páncéltest tényleges ballisztikai védelmet biztosító páncéllemezekből készült, ami az elvégzett szimulációk és valóságos tesztek alapján 8 kg TNT egyenértékű robbanás esetén is biztosítja a személyzet túlélését. A technikai kiszolgálási hátteret is figyelembe vevő piackutatást követően Cummins motor, Allison sebességváltó és AxleTech független futóművek kerültek beépítésre. A sebességváltó kiválasztása során a megbíz-



9. ábra. RDO-3932 műszaki mentő változata 40 t tömegű szerelvény vontatására is alkalmas

hatóságon és elterjedtségen túlmenően az is döntő szempont volt, hogy az Allison váltócsalád általunk is használt katonai termékeit a vállalat szentgotthárdi gyárában gyártják, így a hazai hozzáadott értéket sikerült tovább növelni. Ezen új elvek alapján, 2012-ben az Új Széchenyi Terv keretében a Kutatási és Technológiai Innovációs Alapból a piacorientált kutatás-fejlesztési tevékenység támogatására kiírt pályázat segítségével indult az RDO-3221 utódjának szánt RDO-3921 és annak nagytestvére a 6x6 kerékképletű RDO-3932 fejlesztése.

Az RDO-3921 KOMONDOR

A járműcsalád második, már független felfüggesztéssel rendelkező, 4x4 kerékképletű állandó összkerekhajtású változata. Erőforrása Cummins ISLe típusú, négyütemű, vízhűtéses, hathengeres soros elrendezésű, központi befecskendezéses, turbós dízelmotor, amely 250 kW (340 LE) maximális teljesítményt biztosít. Ez a kifejezetten nehéz teherautókba és katonai célokra kifejlesztett motor hajtja a hasonló LAV⁴ járművek közel 70%-át. A jármű motorja által leadott hajtóerő egy Allison 3200 SP hatsebességes automata sebességváltón keresztül jut el az osztóműbe. A váltóval egybeépített hidrodinamikus tengelykapcsoló biztosítja az induláskor szükséges növelt nyomatékot, valamint a sima, fokozatmentes indulást, a szintén integrált hidraulikus retarder pedig fékezéskor nyújt segítséget. A háromsebességes osztómű állandó összkerekhajtást biztosít, országúti fokozatban 1:0,89, terepfokozatban 1:1,54 áttételen keresztül valósítja meg a kihajtást. Terepjáró képesség fokozása érdekében az osztóműben kapcsolható hosszanti differenciálzár található, amely szükség esetén kényszer összeköttetést tud biztosítani a mellső és hátsó kihajtások között.

A jármű futóművei az amerikai székhelyű AxleTech cég franciaországi gyárában készült speciális katonai ISAS 4000 szériájú független felfüggesztésű, csavarrugós családjából származnak. A kerékreduktoros futóművek kereszt differenciál-zárakkal szereltek, amelyek a jármű elektronikus rendszereiről kapcsolhatók. Az erőátviteli rendszer által biztosított hajtóerőt a talajra Michelin XZL 2 395/85 R20 gumiköpenyek viszik át. A katonai kialakítás részeként a jármű gumiabroncsaiban a levegőnyomás központi keréknyomás-szabályzó rendszer által biztosított. A jármű elektronikai rendszerének több modulját is gyártó

magyar Silex cég berendezése különböző útviszonyokhoz és terhelési szintekhez előre programozottan tudja szabályozni a légnyomásértékeket, akár kerekenként, tengelyenként eltérő mértékben is. A jármű A700-as kormányművét és kormányoszlopát a szintén magyar Draspó-Tempó Kft. szállította [3]. A hidraulikus szervokormány, állítható kormányoszlop könnyű kormányozhatóságot biztosít mind országúton, mind terepen. A rendszer meghibásodása esetén egy különálló vészüzemi megoldás biztosítja a jármű szükséges mértékű kormányozhatóságát.

A jármű biztonságos fékezését a Knorr-Bremse magyarországi szakembereivel közösen tervezett kétkörös, ABS-el ellátott levegős fékrendszer biztosítja. A léghűtéses tárcsafékek csökkentett gondozás igényű katonai kialakításúak. A rögzítőkék a jármű hátsó tengelyére hat.

A jármű önhordó felépítménye speciális ötvözetű hajlított páncéllemezekből készült hegesztéssel, az oldal és fenéklemezek különböző igénybevételek miatt más-más fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek.

A prototípus járművön megvalósított és lövéses teszeken is vizsgált kompozit páncélozási megoldás (páncéllemez kiegészítve belső repeszhatást csökkentő burkolattal) alapkiépítésben a vonatkozó szabvány (NATO STANAG 4569) szerinti besorolás alapján 2 szintű ballisztikai védeltséget biztosít (hagyományos 7,62 mm-es gépkarabély lőszer, mint az AK-47-es). A ballisztikai tesztek során számos megoldás született olyan kompozit (kerámia/páncéllemez/belső burkolat) megoldásokra, amivel a járművek ballisztikai védeltsége a vevői igények szerint (természetesen tömeg növekedés mellett) egészen 4-es szintig növelhető (14,5x114 mm-es nehéz géppuska lőszer).

A jármű motorteret és a személyzeti teret is védő, a többi páncéllemezétől eltérő, rugalmasabb anyagból hegesztéssel készült „V” alakú haspáncél, illetve a belső térben alkalmazott műszaki megoldások, speciális biztonsági elemek az elvégzett szimulációk és tesztek alapján 8 kg TNT egyenértékű robbanás esetén is sikeresen megvédik a személyzetet a robbanás hatásaival szemben, ami a fenti szabvány szerinti 3a/3b védelmet jelent.

A járműből történő kilátást biztosító speciális ballisztikai üvegek többrétegű kialakításúak, amelyek a gyártói tanúsítások értelmében a páncélozással egyenértékű védeltséget biztosítanak.

A K+F pályázat keretében megvalósult fejlesztés során a lehetőségek bemutatása céljából most is készültek típusváltozatok. Az RDO-3921 bázisjármű variálhatóságát bizo-





10. ábra. RDO-3932 bázisjármű cserélhető felépítményei akár 10 t tömegűek is lehetnek

nyitandó, a prototípust már az elején két típusváltozatban készítették el. Az alap 2+8 fős csapatszallító változat, a kezelőszemélyzet által rövid idő alatt 3+2 fekvőbeteg, vagy 6 ülő sérült személy befogadására alkalmas sebesültszállító járművé építhető át. Természetesen igény szerint az alapjárműben további feladatokra alkalmas típusváltozatok is kialakíthatók. A jármű alapjait megtartva lehetőség van csökkentett személyszállító képesség mellett akár félplatós hordozó, logisztikai eszköz kialakítására is.

A járműcsalád többi tagjához hasonlóan ez a típusvariáns is fel van szerelve azon alaptervezésekkel, rendszerekkel, amelyek az ebbe a kategóriába tartozó minden járművet egyöntetűen jellemeznek. Idesorolható a körkörös megfigyelést biztosító kamerarendszer, ami igény szerint infra képességgel, rögzítő üzemmóddal is kiegészíthető, az állandó belső túlnyomást biztosító vegyvédelmi szűrő-szellőztető berendezés, álcafény rendszer, sebességtartó rendszer, málharögzítők, diagnosztikai rendszerrel bővített műszerfal-kialakítás, több fokozatú klímaberendezés, elektromos önmentő csőrlő, a két üzemanyagtartály, ami minimum 600 km hatótávot biztosítanak és menet közben átkapcsolhatók és a 24 voltos elektromos rendszer. A járműbe épített robbanásálló katonai ülések speciális energiaelnyelő kialakításúak, amelyek a jármű alatti robbanás esetén nagymértékben csökkentik a személyzetre ható erőket.

Az RDO-3932 KOMONDOR

A járműcsalád 6x6 kerékképletű, nyitott málhaterű (félplatós) felépítményű állandó összerakékhajtású változata. Kialakításának és jó terepjáró képességének köszönhetően az alkalmazott cserefelépítménytől függően számos különböző célra felhasználható, lehet sebesültszállító, parancsnoki, műszaki mentő-vontató, ABV felderítő, aknavető-hordozó, hídvető, karhatalmi, csapatszallító vagy logisztikai jármű.

A család elv figyelembevételével az alkalmazott műszaki megoldásokban, szinte teljesen megegyezik az RDO-3921 4x4-es bázisjárművel, csak az egyes részek egységei paramétereiben, illetve a háromtengelyű kialakításában van eltérés.

A nagyobb járműtömeg nagyobb teljesítményű erőátviteli rendszert követel meg. Ennek megfelelően a kisebb változattal kialakításában megegyező Cummins 6 hengeres motor egy eltérő feltöltő rendszernek köszönhetően 331 kW (450 LE) teljesítményt és 1640 Nm nyomatékot ad át a robusztusabb kialakítású 4000 szériájú Allison automata váltónak. A motor paramétereire igazítottan lett alakít-

va a hűtő, kipufogó és szívó rendszer is. A felépítmény hidraulikus energiaigényének kielégítése érdekében az osztóműre kapcsolható, állóhelyben üzemeltethető hidraulika-szivattyú került felhelyezésre.

Az RDO-3932 prototípusa 2+3 fő szállítására alkalmas a félplatós védett duplafülkés kialakításban, de természetesen ez a változat is készülhet teljesen zárt páncéltesttel. Ebben az esetben a jelenlegi méretek mellett 2+12 fő és azok felszereléseinek szállítására lehet alkalmas. A lehetőségek bemutatása céljából, az elkészült prototípus járműhöz egy jármű mentő-vontató felépítmény (3,5 t-ás Palfinger daru, WARN 30XL hidraulikus csőrlő, saját fejlesztésű jármű emelve vontató berendezés) került kifejlesztésre. Ez a szerelvény egyszerűen leszerelhető, és helyette más cserefelépítmény is felszerelhető, ezzel biztosítva a megcélzott többfunkciós alkalmazhatóságot.

ÖSSZEFOGLALÁS

A 2010-ben indult járműfejlesztések első két szakaszában fontos szerepe volt a pályázatok útján elérhető K+F forrásoknak is. Ezek segítségével készült el, az első három bázisjármű változat prototípusa. Fontos kérdés volt, hogy a járműfejlesztési projekt fenntarthatósága biztosítható-e pályázati finanszírozástól függetlenül. A cikk második részében bemutatásra kerülő harmadik és negyedik szakasz, erre a kérdésre is választ ad majd.

(Folytatjuk)

FORRÁSOK

- [1] Kovács házy Miklós. „Az RDO Komondor többcélú páncélvédett járműcsalád I. rész” *Haditechnika* 49, 4. sz. (2015): pp. 50–53;
- [2] Trautmann Balázs. „Több, mint házörző.” *Magyar Honvéd* 23, 12. sz. (2012): pp. 38–41.;
- [3] Kovács házy Miklós. „Az RDO Komondor többcélú páncélvédett járműcsalád II. rész” *Haditechnika* 49, 5. sz. (2015): pp. 27–32;
- [4] Gamma Technical Corporation. „Gamma Company Profile”. Letöltve: 2019.09.19. http://gammatech.hu/downloads/cat/Gamma_company_profile.pdf;
- [5] Gamma Technical Corporation. „KOMONDOR armoured vehicle family”. Letöltve: 2019.09.19. http://gammatech.hu/downloads/cat/Gamma_komondor_MRAP.pdf;
- [6] „RDO KOMONDOR. A magyar fejlesztésű és gyártású, könnyű-páncélvédettségű, többcélú harcjárműcsalád. Hungarian Light Armoured Vehicle Family.” Facebook oldal. Letöltve: 2019.09.19. <https://www.facebook.com/rdoKomondor>;

JEGYZETEK

- 1 Vám- és Pénzügyőrség Országos Parancsnoksága
- 2 A járművek számozásánál az „RDO” a gyártóra utaló megnevezés (A „Respirátor Design Office” rövidítése, a fejlesztéseket megkezdő, 2015-ben a GAMMA Műszaki Zrt.-be beolvadt Respirátor vállalatra utal). A számkombináció első két jegye a tengelytávolság, míg az azt követő szám a tengelyek száma, majd a kialakítás azonosítója következik. (A 3221 jelentése ezek alapján 3200 mm tengelytávolság, 2 tengely és zárt felépítmény.)
- 3 ABVF – Atom, Biológiai, Vegyi Felderítő
- 4 LAV- Light Armoured Vehicle (könnyű páncélvédettségű jármű)

Seller Rudolf* – Pető Tamás** – Dudás Levente*** – Kovács Levente****

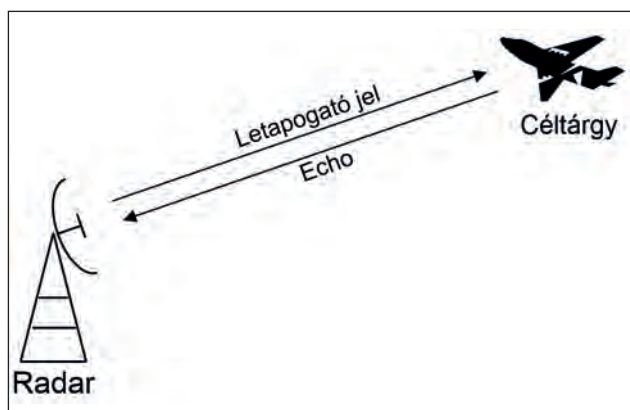
Passzív radar

I. rész

A PASSZÍV RADAR ALAPGONDOLATA

A RADAR egyaránt jelent egy mérési eljárást és magát az eszközt, ami ezt megvalósítja. A radar egy betűszó, aminek feloldása: RAdio Detection And Ranging (rádióérzékelés és távmérés). A radar elvét az 1930-as években dolgozták ki és a II. világháborúban már rendszerbe állítva alkalmaztak radarberendezéseket.

A radar alapötlete igen egyszerű: elektromágneses energiát sugároz ki, és a különböző reflektáló objektumokról visszaverődve detektálja azt a radarba. A célról visszaérkező jel a kisugárzottéhoz képest számos paraméterében megváltozik.



1. ábra. A radarmérés alapelrendezése

Ha azonosítjuk a céltárgy okozta változásokat, akkor megkapjuk a radarral mérhető céltárgy-paramétereket. A radar általánosságban a célszög, radiális távolság és radiális sebesség paramétereit tudja közvetlenül mérni, amelynél a célszög mérése részben az antenna térbeli szűrő tulajdonságán keresztül valósítható meg.

A visszavert jel, folyamatként értelmezett, mélyebb elemzésével lehetőség nyílik további információ szerzésére is a céltárgyról, amely felhasználható később a céltárgy kategorizálására, később osztályba sorolására (klasszifikáció).

A klasszikus berendezések az ún. aktív radarok, amelyek esetében a legfontosabb jellemző, hogy az elektromágneses kisugárzást a radar maga kelti, egy beépített adóberendezés alkalmazásával. Ez egy kézenfekvő megoldás, hiszen a kisugárzott elektromágneses hullám erőssége, iránya, vivőfrekvenciája és modulációja (spektruma) így jól kézben tartható, és a radar konkrét alkalmazásának megfelelően megválasztható. Azonban a módszernek katonai alkalmazási szempontból hátrányai is vannak, ez hívta életre a passzív radar koncepcióját már a XX. század második felében.

A passzív radar rendszerek (Passive Coherent Location – PCL) a hagyományos elven működő aktív radarokkal ellentétben a célok felderítéséhez nem sugároznak ki megvilágító jelet, hanem erre a környezetben már eleve meglévő forrásokat használják fel. Az esetek többségében ezek a megvilágító jelek valamilyen műsorszóró vagy telekommunikációs adótól származnak. A passzív radar szempontjából ezeket az adókat megvilágító forrásoknak nevezzük (az angol szakkifejezés – Illuminator of Opportunity (IO) – kifejezőbb, jelenleg elterjedt magyar megfelelője még nincs). Mivel ezek a források a radar működtetőjétől függetlenek, így a felderítésben résztvevő adó- és vevőegységek térben szeparáltak, tehát bisztatikus vagy multisztatikus radar elrendezésről beszélhetünk. A passzív bisztatikus radarok (PBR) működését szematikusan a 2. ábra mutatja be.

Az ábrán is jól látható, hogy a passzív radar vevőberendezésébe a megvilágító források sugárzása több úton jut el: egyrészt közvetlenül (ez az ún. referencia csatorna), másrészt – reflektáló céltárgy jelenlétében – erről visszaverődve is (utóbbi az ún. felderítő csatorna).

A működési elvnek megfelelően a véges terjedési sebéségből és a geometriai elrendezésből adódóan a különböző úton haladó jelkomponensek eltérő időben érkeznek

ÖSSZEFOGLALÁS: 2017 őszén zárult le a hároméves MAPIS kutatás-fejlesztési projekt, amely az Európai Védelmi Ügynökség égisze alatt, öt nemzet részvételével foglalkozott a képalkotó passzív radar hadszíntéri alkalmazásával. A nemzetközi konzorcium kilenc résztvevője között nagyvállalatok és neves akadémiai intézetek találhatók. Ebben a cikkben bemutatjuk a passzív radar alapelvét, áttekintést adunk a MAPIS-projekt fő célkitűzéseiről és eredményeiről, valamint bemutatjuk a magyar résztvevők – a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, MTA SZTAKI, BHE – kutatócsoportjának tevékenységét a hazai passzív radar demonstrátor kifejlesztésében. A MAPIS-projektre épülő hazai passzív radar demonstrátor projekt 2019. május végén zárult.

ABSTRACT: The three-year MAPIS R&D project under the aegis of the European Defence Agency with participation of five nations terminated in autumn 2017. The project studied the battlefield application of the passive imaging radar. There were large companies and well-known academic institutes among the nine participants of the international consortium. This article describes the basic principle of the passive radar; gives an overview of the main objectives and results of the MAPIS project, and presents the activities of the group of the Hungarian participants – the Budapest University of Technology and Economics, the Institute for Computer Science and Control of the Hungarian Academy of Sciences, BHE – in developing the domestic passive radar demonstrator. The passive radar demonstrator project based on the MAPIS project was completed at the end of May 2019.

KULCSSZAVAK: PCL, IO, TDOA, DoA, STASP, ISAR, DVB-T, RPAS, klasszifikáció

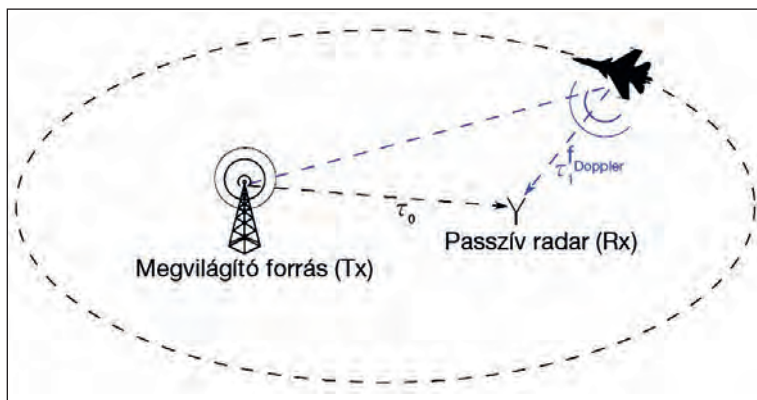
KEY WORDS: PCL, IO, TDOA, DoA, STASP, ISAR, DVB-T, RPAS, classification

* Egyetemi adjunktus, BME Villamosmérnöki kar Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék ORCID: 0000-0003-0573-2684

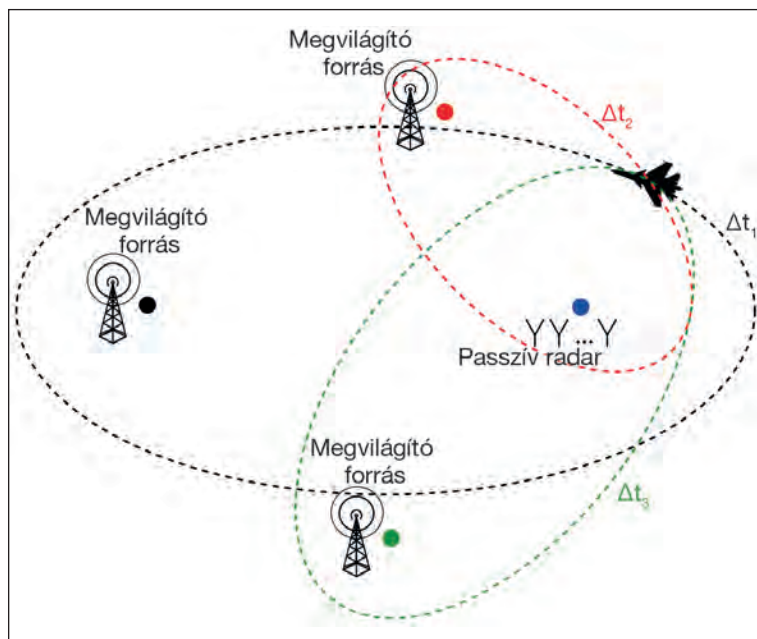
** BME. ORCID: 0000-0002-4848-9031

*** Egyetemi tanársegéd, BME Villamosmérnöki kar Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék.

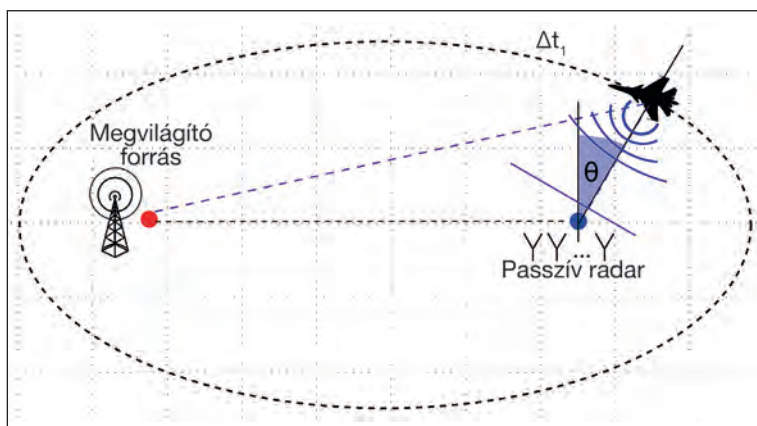
**** Ph.D. tudományos főmunkatárs, kutató, SZTAKI. ORCID: 0000-0001-7792-4947



2. ábra. Bisztatikus radar geometria



3. ábra. Céltárgy pozíciójának meghatározása több illuminátor esetében



4. ábra. Céltárgy hiányzó pozíciójának meghatározása irányméréssel

meg a vevőegységhez. Amennyiben a radar képes észlelni és elkülöníteni a reflektált jelet, majd meghatározni a beérkezési időkülönbséget $\Delta t = \tau_1 - \tau_0$, úgy az adó és a vevő pozíciójának az ismeretében meghatározhatunk a 3D térben egy ellipszoidot, amely kijelöli az észlelt cél lehetséges helyét. A méréssel meghatározott ellipszoid minden pontjára az R_b bisztatikus távolság állandó.

$$R_b = \frac{L - (R_t - R_r)}{c}$$

Az összefüggésben L jelöli a fővonal menti távolságot, R_t az adótorony és a céltárgy közötti távolságot, R_r a céltárgy és a vevő közti távolságot, c pedig a fénysebességet. Mivel az így elvégezhető méréssel a cél pozíciója nem egyértelmű, a tényleges koordináták meghatározásához vagy több bisztatikus párra vagy a radar vevőantennájára beérkező reflektált jel hullámfrontjának azimut és elevációs beesési szögeinek mérésére van szükség.

Az első esetet, a céltárgy pozíciójának meghatározását több illuminátor esetében a 3. ábra illusztrálja. Három adótorony és egy vevő felhasználásával három időkülönbséget határozhatunk meg: Δt_1 , Δt_2 , Δt_3 , amelyekből ezután felrajzolhatjuk a bisztatikus ellipszoidokat. Így a beérkezési időkülönbségek mérési eredményeiből (TDOA) a céltárgy pozíciója meghatározható. A módszer használata megköveteli, hogy egy időben (közel azonos időben) mindhárom adótoronytól megfelelő megvilágítást kapjunk és így legyen érvényes detekciónk.

Amennyiben csak egy megvilágító forrásunk van, akkor a hiányzó irányparaméter mérésére más elvet kell alkalmaznunk. Ebben az esetben a kézenfekvő megoldás az iránybecslő antennarendszer alkalmazása, amely lehetővé teszi a céltárgyról reflektált jel beérkező hullámfrontjának a radarhoz képesti iránybecslését. Ezt az esetet a 4. ábra szemlélteti. A cél pontos pozíciójának meghatározása így Δt_1 időkülönbség mérésből és az elevációs és az azimutszögek (θ , φ) méréseiből tevődik össze. Ennek a mérési elvnek a gyakorlati alkalmazásához azonban szükség van egy olyan többcsatornás vevőegységre, amely képes az antennarendszerről érkező jeleket koherens módon venni.

A céltárgyról reflektált jel az időkésléltetésen túl Doppler-eltolódást is szenved a céltárgy adótoronyhoz, illetve vevőhöz képesti mozgásából adódóan. A Doppler-eltolódás mértéke a cél mozgásának irányvektorától, amit a bisztatikus mérési elrendezésben a β és a δ szögekkel jellemezünk. A β bisztatikus szöget az adóállomás – céltárgy – radar vevő háromszöggel adjuk meg, míg a δ szöveget a sebességvektor és bisztatikus szög szögfelezője között értelmezzük az 5. ábra szerint.

Ezen paraméterek felhasználásával a Doppler-eltolódást kiszámíthatjuk a következő összefüggéssel:

$$f_D = \frac{2v}{\lambda} \cos \frac{\beta}{2} \cos \delta,$$

ahol v a céltárgy sebességének abszolút értékét, λ pedig a megvilágító jel hullámhosszát jelöli. A cél mozgásából adódó Doppler-eltolódás fontos szerepet játszik a detektálásban, ugyanis ezáltal a céltárgyról reflektált jel elkülöníthetővé válik az álló célokról visszaérkező, zero Doppler-frekvenciával rendelkező reflexióktól.

A radar működésének megértéséhez, a mérési elvet követően a továbbiakban fókuszál-

junk a reflektált jel észleléséhez szükséges jelfeldolgozási eljárás működésére, a főbb sarokpontokra.

DETEKCIÓ

A detektáláshoz a legegyszerűbb esetben kizárólag két különböző úton terjedő jelet veszünk figyelembe. Ezen út közül az egyik a közvetlen úton terjedő jel, a másik pedig a repülőgépről reflektált jel. A reflektált jel a közvetlen úton terjedő jelhez képest τ időkéscsúszással érkezik meg és a repülőgép mozgása miatt a fentiekben részletezettnek megfelelően f_d Doppler-eltolódást is szenved.

Ha $s_t(t)$ -vel a céltárgyról visszaérkező jelet, míg $s_{ref}(t)$ -vel a megvilágító adó jelét – amit referencijelnek tekintünk – jelöljük és tudjuk, hogy a céltárgyról visszaérkező jel csillapodást, időkéscsúszást és Doppler-frekvencia eltolást szenved a referencijelhez képest, akkor mérés során az így módosult echót keressük az $s_t(t)$ jelben.

A konvencionális radarban, ahol a vizsgáló jel mindig ugyanaz, a feladat viszonylag egyszerű. Esetünkben azonban a vizsgáló jel mindig az aktuális adásfolyam, így az időkéscsúszás és a Doppler-frekvencia kinyerése jelentősen összetettebbé válik. Ezért az alábbi eljárásához fordulunk: tételezzük fel, hogy a céltárgyhoz τ időkéscsúszás és f_d Doppler-csúszás tartozik. Ennek a céltárgynak az esetében a referencijel a következőképpen módosul (eltekintve az amplitúdó csökkenéstől): $s_{ref}(t - \tau)e^{j2\pi f_d t}$, vagyis ez a jel fog a legjobban hasonlítani a céltárgyról visszaérkező echóra. A hasonlóság mérésére a komplex függvényekre értelmezett skaláris szorzatot alkalmazzuk: $\langle s_t(t), s_{ref}(t - \tau)e^{j2\pi f_d t} \rangle$. Az így felírt kifejezés szelektíven a τ időkéscsúszással és az f_d Doppler-csúszással rendelkező objektumot mutatja, továbbá amplitúdója még arányos lesz az objektum reflexiós képességével (RCS). Ezek után nincs más dolgunk, mint a τ és az f_d által kifeszített síkon letapogatni az $s_t(t)$ jelet.

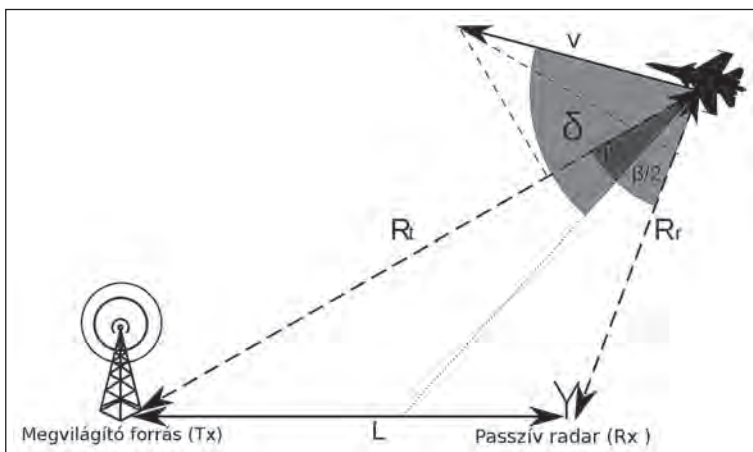
A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a τ és az f_d felbontási raszter által meghatározott mátrix minden egyes cellájára elvégezzük a skaláris szorzást, aminek a képlete:

$$\chi(\tau, f_d) = \langle s_t(t), s_{ref}(t - \tau)e^{j2\pi f_d t} \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} s_t(t) s_{ref}^*(t - \tau) e^{-j2\pi f_d t} dt$$

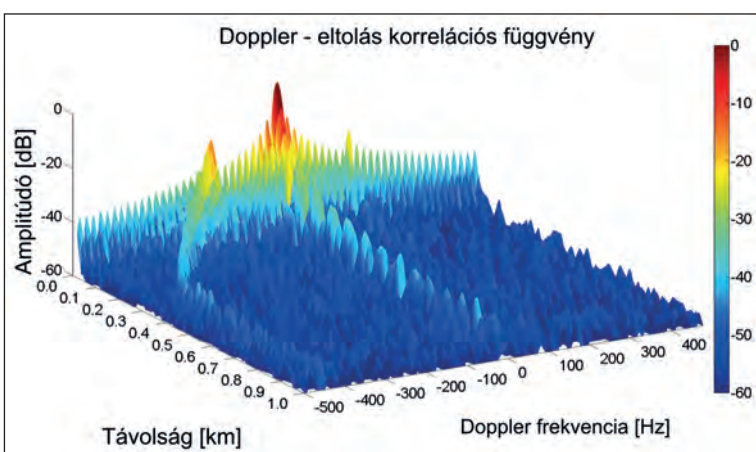
A τ időkülönbség a távolság különbségnek felel meg, míg az f_d bisztatikus sebességnek. Ennek okán a felbontással diszkretizált $\chi(\tau, f_d)$ -t, mint 2D mátrixot Range-Doppler (RD) vagy Range-Velocity (RV) mátrixnak hívják.

Fontos ismételten megjegyezni, hogy a kifejezésben az $s_t(t)$ és az $s_{ref}(t)$ jelek egyaránt változnak, ezért a folyamat mérésük szükséges.

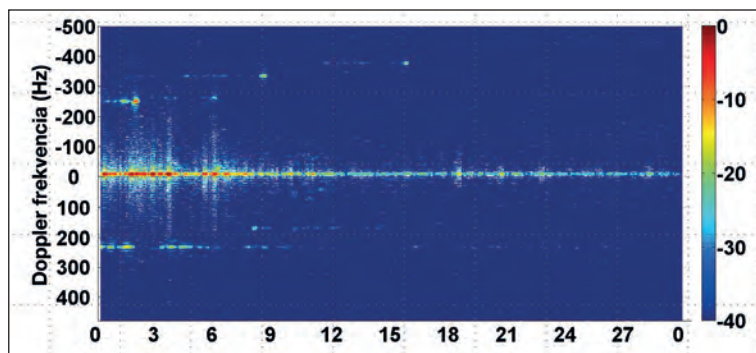
Példaképpen a 6. ábra egy szimulált felszálló repülőgép képét mutatja a kiértékelt távolság



5. ábra. Bisztatikus Doppler-frekvencia értelmezése



6. ábra. Szimulált felszálló repülőgép képe a távolság-Doppler-mátrixon



7. ábra. Leszálló repülőgép valós mérésű képe a Range-Doppler mátrixon

– Doppler (RD) mátrixon végtelen utánvilágítással, míg a 7. ábrán egy valós mérésünk RD megjelenítése látható. Ez utóbbi mérésen jól láthatóak a zero Dopplerrel rendelkező földi állócélok, amelyek reflexiója tipikusan jelentősen nagyobb, mint a légi objektumoké.

IRÁNYMÉRÉS

2D radar esetében tipikusan az azimutszög mérését kell még megvalósítanunk. Mivel passzív radar esetében a forgó antenna alkalmazása kerülendő (nem elégséges a céltárgyon töltött idő), ezért antennarendszerrel kell dolgoznunk, amely azimutmérés esetén egy vízszintesen elhelyezett antennásor. Az iránybecslésnél (DoA) az adaptív algoritmusok a hatékonyabbak. Ilyen algoritmusok például: CAPON, MUSIC,



MEM, TN algoritmusok. Azonban amennyiben elevációban is mérni akarjuk a céltárgy irányát, már antennarács alkalmazása, de minimálisan még egy vertikálisan elhelyezett antennator alkalmazása válik szükségessé.

MEGVILÁGÍTÓ FORRÁSOK

Az alkalmas megvilágító jel megtervezésére, illetve jelen esetben kiválasztására minden radar alapú távérzékelő rendszerben fontos figyelmet fordítani. Mivel a passzív radar környezetében a jelalak megtervezésére nincs lehetőségünk, így a rendelkezésre álló források közül az adott alkalmazáshoz minél inkább megfelelőbbeket érdemes kiválasztanunk. Az alkalmazható jelforrások listáját és alkalmazásunk szempontjából azok fontosabb paramétereit az 1. táblázat összegzi.

A megfelelő illuminátor kiválasztásának fontos szempontja a használt adásteljesítmény, ugyanis ez fogja megszabni a megvilágított tartomány nagyságát. Emellett jelentős szerepet bír a kisugárzott jelhez használt modulációs eljárás, illetve a felhasznált sáv szélesség. Mindkettő hatásával van a megvilágító jel bizonytalansági függvényének alakja, és így az elérhető távolságfelbontásra is.

Az 1-es táblázatban feltüntetett EIRP értékek tipikusak, a tényleges értékek ettől eltérőek. A távolság-felbontás értékei megegyeznek az ekvivalens monosztatikus távolság-felbontással. A valós környezetben elérhető bisztatikus távolság-felbontás ettől a valóságban alkalmanként eltér az éppen aktuális mérési elrendezéstől függően.

A MEGVILÁGÍTÓ FORRÁS KIVÁLASZTÁSA

A passzív radarok kialakítása során alapvetően olyan megvilágító forrást keresünk, amely folytonos sugárzás mellett, tartalomtól függetlenül képes nagy sáv szélességű zajszerű megvilágítást biztosítani, emellett pedig elegendően nagy teljesítménnyel és kis irányítottsággal rendelkezik a földi és légi célok szimultán nagy tartományú megvilágításához.

A földfelszíni műsorszóró és hírközlő jeleket megvizsgálva megállapíthatjuk, hogy kizárólag az FM, a DAB és DVB-T jelek rendelkeznek azokkal a képességekkel, amelyek elegendhetően nagy hatótávolságú légi célok felderítéséhez.

Az FM alapú rendszerek kiépítése jó kompromisszum lehet a hatékony felderítést és a rendszerköltségeket figyelembe véve, azonban a gyenge távolságfelbontás és a bizonytalansági függvényen megjelenő nagy melléknyaláb-szintek miatt a DAB vagy a DVB-T jel ennél jobb választást jelent. További gyengesége az FM jelnek, hogy sáv szélessége – és ennek következtében a mérés távolsági felbontása – tartalomfüggő. Magyarországon a DAB hálózatot jelenleg csak Budapesten építették ki kísérleti jelleggel, ezért a telepíthetőséget is figyelembe véve, széleskörű alkalmazhatóságot biztosító megvilágító forrásként történő alkalmazása nem ajánlott. A DVB-T jel ezzel ellentétben rendkívül jó ellátottsággal rendelkezik Magyarországon. A kisugárzott jel elegendően nagy teljesítménnyel és sáv szélességgel rendelkezik ahhoz, hogy néhányszor 10 km-es hatótávolságon belül akár légi, akár földfelszíni célok felderítéséhez hatékonyan felhasználható legyen. Az alkalmazott OFDM modulációs technikának köszönhetően pedig az alacsony melléknyaláb szint is biztosított. A kis melléknyaláb szint a mérés közeli, RCS-ben jelentősen különböző céltárgyak megkülönböztethetősége miatt fontos.

Az FM jelnek a modulációból adódóan jelentős negatívumai vannak, azonban a nagy teljesítményű, kevésbé irányított műsorszórás jó megvilágítási feltételeket biztosít. Bár léteznek kedvezőbb paraméterekkel rendelkező megvilágítások is, az FM műsorszórás kihasználásával nagy mértékben növelhetjük a rendszerek megbízhatóságát és hatékonyságát. Az FM műsorszórás nagy penetrációja miatt további előnyként jelentkezik a frekvencia-diverzitás és a bisztatikus mérési párok számának megnövekedett volta.

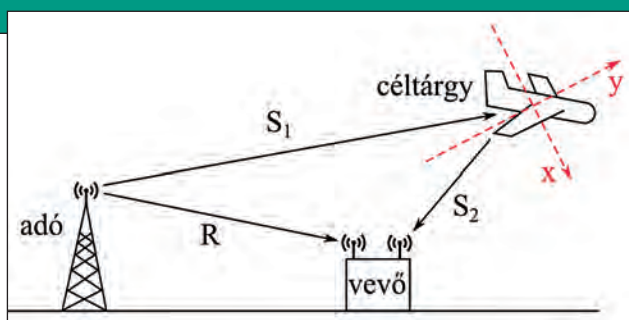
Meg kell még említenünk, hogy kizárólag földfelszíni célok felderítéséhez az LTE jel is lehet ígéretes választás. A megvilágításból – jellegéből adódóan – közepes, néhány km-es hatótávolságon belül valósíthatunk meg hatékony felderítést.

MEGVILÁGÍTÓ FORRÁSDIVERZITÁS

A passzív radarok egyik rendkívüli jelentősége a különböző frekvenciákon elérhető, különböző irányokból történő megvilágítások szimultán kihasználásának lehetőségében rejlik. Egy nagy magasságban haladó légi célt jelenleg több frekvenciában diverzitív VHF sávú FM adó, több UHF sávú DAB és DVB-T adó, valamint műholdas Ku sávú DVB-S és

1. táblázat. Megvilágító források, fontosabb paraméterek

Megvilágító forrás	Frekvenciasáv (MHz)	Tipikus adóteljesítmény (EIRP)	Sáv szélesség (MHz)	Elérhető távolságfelbontás	Hatótávolság
FM rádió	88–108	10 kW–100 kW	~0,15	~1km	~100 km
DAB	174–240	1 kW–10 kW	1,5	100 m	~50 km
DVB-T	480–800	1 kW–100 kW	7,6	20 m	~50 km
DVB-S	10 700–12 700	100 W–1 kW	27–30	10 m	–
GSM	900 / 1800	10 W	0,2	750 m	~2 km
UMTS	2100	100 W–1 kW	5	30 m	–
LTE	800 / 3500	20–69 W	1,4 - 20	100 m – 7,5 m	–
WiFi	2400	0,1 W	11/20	13 m / 7,5 m	~100m
GNSS	1600 MHz	300 W–500 W	5	30 m	~500 m



8. ábra. Az ISAR alapelve

L sávú GPS jelek is megvilágítják. A különböző frekvenciákon történő megvilágítás felhasználásával, a céltárgy-frekvencia szelektív reflexiók képességeiből felmerülő detektálási nehézségeket feloldhatjuk.

Emellett a több, különböző bisztatikus mérési geometriákból adódóan az elemi mérésből számított céltárgy-pozíció és -sebesség paramétereket nagyobb pontossággal határozhatjuk meg.

Egy több elemből álló passzív radar rendszer kezdeti lépése lehet a meglévő DVB-T megvilágítást felhasználó radar kiegészítése FM rádió alapú detektorral. Ezen rendszerrel – annak ellenére, hogy az FM rádió műsorszórás csak gyenge térbeli felderítési paramétereket képes biztosítani – a detektált célok hozzávetőleges pozíciója felhasználható a nagyobb felbontást biztosító DVB-T alapú rendszerekhez a céltárgy zónájának kijelölésére.

KÉPALKOTÁS

A céltárgyak pusztán detektálásán és pozíciójának becslésén túl – ahogyan azt fentebb említettük – a radarmérés alapján, képkalkotás segítségével lehetőség van a céltárgyak méretének és alakjának a becslésére. A képkalkotás matematikai leírása igen bonyolult, de a fizikai háttere könnyen felvázolható a következőképpen. Képzeljünk el egy céltárgyat, amely mozog a radarhoz képest (pl. egy repülőgép, amely egy DVB-T adó által kisugárzott hullámokat veri vissza; a passzív radar vevői pedig ugyancsak rögzítettek). A mozgó céltárgy egyes pontjairól visszaverődő hullámok más-más úthosszal ($S_1 + S_2$) haladnak, így eltérő késleltetést szenvednek. A késleltetési idők eltérése alapján tehát a céltárgy különböző távolságra lévő pontjai megkülönböztethetők (y koordináta). A céltárgy mozgása során – nagyon speciális pályáktól eltekintve – az adó és a vevő számára változó szög alatt látszik, következésképpen az y tengelyre merőleges x irányban, az álló antennákhoz képest más-más sebességgel mozognak a pontjai. Ez a Doppler-eltolódás változását okozza, amely alapján az x tengely mentén is felbontást érhetünk el. E két effektust szimultán kihasználva az xy síkban egy kétdimenziós kép állítható elő a céltárgyról. A képkalkotási eljárás lényegét tekintve megegyezik az ISAR technikával.

A passzív radar nem igényel adóberendezést, nem tartalmaz nagy teljesítményű erősítőt, így jellemzően kisebb az energiaigénye, mit egy aktív radarnak. Emellett nem terheli a környezetet újabb elektromágneses sugárzással, hanem a már eleve jelen lévő elektromágneses környezetet használja ki. Végül hadászati szempontból kiemelkedő előny, hogy kisugárzott hullámok híján a passzív radarberendezés elektromágneses módszerekkel gyakorlatilag nem deríthető fel. Érdekes terület a passzív radar zavarása (ECM), a zavaró jellel interferáljuk vagy elfedjük az alkalmazott illuminátor jelét. Az interferencia – a passzív radar STASP (Space-time adaptive processing – téridős adaptív feldolgozó) képességének köszönhetően – érdemben kiszűrhető. Amikor azonban a jammer szintje erős, akkor a

STASP már nem nyújt hatékony megoldást. Ez esetben a passzív radar felismeri, hogy erős jammerrel van dolga, aminek természetesen be tudja mérni az irányát is. Ekkor a radar stratégiát vált, vagyis nem a jammer elnyomására koncentrál, hanem a jammert felveszi a felhasznált illuminátorok közé és így tovább javítja a felderítés minőségét. Az esetek többségében így a jammer alkalmazása a passzív radar ellen kontraproduktív.

A passzív radar alapkoncepciójának viszonylagos egyszerűsége ellenére, még a fenti előnyös tulajdonságok mellett is csak a közelmúltban teremtdtek meg a gyakorlati alkalmazásának és elterjedésének a műszaki előfeltételei. Egy hatékony passzív radarban nagy sávzélességű digitális vevőkre van szükség, amelyek igen magas bitsebességgel szolgáltatják a mérési adatokat, következtésképpen a jelfeldolgozás is nagy számítási kapacitású digitális célhardvereket igényel. A STASP számítási kapacitás igénye olyan nagy, hogy az alkalmazott GPU-k teljesítményfelvétele tipikusan eléri a kW-os szintet. Az alkalmazhatóság másik kulcsa, a megfelelő megvilágító források megjelenése és elterjedése (elsősorban a DVB-T adást szem előtt tartva) szintén az utóbbi néhány évtized terméke.

(Folytatjuk)

FORRÁSOK

- [1] Capria, Amerigo, Elisa Giusti, Christian Moscardini, Michele Conti, Dario Petri, Marco Martorella, and Fabrizio Berizzi. "Multifunction Imaging Passive Radar for Harbour Protection and Navigation Safety." *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine* 32, no. 2 (2017): pp. 30–38. <https://doi.org/10.1109/maes.2017.160025>;
- [2] Benedek, C., and M. Martorella. "Ship Structure Extraction in ISAR Image Sequences by a Markovian Approach." *IET International Conference on Radar Systems (Radar 2012)* (2012). <https://doi.org/10.1049/cp.2012.1615>;
- [3] Manno-Kovacs, Andrea, Elisa Giusti, Fabrizio Berizzi, and Levente Kovacs. "Image Based Robust Target Classification for Passive ISAR." *IEEE Sensors Journal* 19, no. 1 (2019): pp. 268–276. <https://doi.org/10.1109/jsen.2018.2876911>;
- [4] Babenko, B., Ming-Hsuan Yang, and S. Belongie. "Robust Object Tracking with Online Multiple Instance Learning." *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 33, no. 8 (2011): pp. 1619–1632. <https://doi.org/10.1109/tpami.2010.226>;
- [5] Guo, Zhenhua, Lei Zhang, and David Zhang. "Rotation Invariant Texture Classification Using LBP Variance (LBPV) with Global Matching." *Pattern Recognition* 43, no. 3 (2010): pp. 706–719. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2009.08.017>;
- [6] Bunkóczi Sándor, Papp Tamás. „Bisztatikus passzív rádiólokáció.” *Repüléstudományi Közlemények*, Különszám II. (2001): pp. 187–194.;
- [7] Szökrényi Zoltán. „A radar mint a légtér valós idejű információforrásának szenzora.” *Bolyai Szemle* 25. évfolyam, 4. szám (2016): pp. 80–100.;
- [8] Szüllő Ádám. „Passzív radarrendszer a légi felderítésben – WAMLAT.” *Repüléstudományi Közlemények* 24. évf. 2. szám (2012): pp. 706–717.;
- [9] Pető Tamás, Dudás Levente, Seller Rudolf. „DVB-T alapú passzív radar.” *Repüléstudományi Közlemények* 26. évf./ 2. szám (2014): pp. 489–498.

(Illusztrációk a szerzők gyűjteményéből.)

1. ábra. A Magyar Honvédség puma és tigris motívummal díszített 40-es oldalszámú Gripenje is részt vett a baltikumi légirendészeti misszió feladataiban (Fotó: Józsa Dávid)



Józsa Dávid*

Magyar Gripenek a Baltikumban

A magyar légierő sikerrel teljesítette második balti légtérrendészeti misszióját

A három balti állam, Észtország, Lettország és Litvánia a Szovjetunió felbomlásáig annak tagköztársaságai voltak. A függetlenségüket 1991-ben visszanyerő országok lakossága jelenleg együttesen 6,2 millió fő. 2004 márciusában csatlakoztak a NATO-hoz, majd Magyarországgal együtt még abban az évben az Európai Unió teljes jogú tagjai lettek. Önálló légierővel mindhárom nemzet rendelkezik, de légtérvédelemre alkalmas, felfegyverzett repülőgéppel egyik sem. Kizárólag szállító-, és kiképző repülőgépeket, valamint helikoptereket tartanak hadrendben. NATO-csatlakozásukat követően, a szövetség többi tagállama váltásokban látja el a balti országok légtérvédelmét. A Magyar Honvédség kijelölt állománya 2019. május 1. és szeptember 2. között csakúgy, mint a 2015-ös első magyar misszió során, úgynevezett vezető nemzet szerepet töltött be, és az alábbi feladatokra kapott felhatalmazást a Magyar Honvédség parancsnokától. Első és legfontosabb feladat a balti államok légterének védelme, valamint a nemzetközi légtérben repülési terv, valamint bekap-



2. ábra. A Šiauliai légibázison látható az eddig BAP szolgálatot adó nemzetek, köztük Magyarország zászlaja és katonai karjelzése is (Fotó: Rácz Tünde/HM Zrínyi Média)

ÖSSZEFOGLALÁS: 2019. szeptember 2-án véget ért a Magyar Honvédség balti légtérrendészeti missziója. A BAP (Baltic Air Policing) 50. váltásaként a MH Balti Fegyveres Légvédelmi Készenléti Alegysége már második alkalommal látta el a balti államok légtérrendészeti feladatait a litvániai Šiauliai légibázisról. Az átadás-átvételi ceremóniát követően a Gripenek szeptember 3-án repültek haza a pápai ideiglenes bázisukra, míg a misszió katonái szeptember 4-én érkeztek meg a Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérre a Magyar Honvédség egyik Airbus A319-es repülőgépének fedélzetén.

KULCSSZAVAK: balti állam, BAP (Baltic Air Policing), Šiauliai légibázis, Alfa riasztás, légtérvédelem, Kalinyingrád, Magyar Légierő, SAAB JAS-39C EBS HU, Airbus A 319, EF 18 Hornet

ABSTRACT: On 2 September 2019, the Baltic Air Policing mission of the Hungarian Defence Forces was finished. As the 50th change of BAP (Baltic Air Policing), the Armed Baltic Air Defence Readiness Subunit of the Hungarian Defence Forces for the second time performed the Baltic States' air policing tasks from the Lithuanian Šiauliai Air Base. Following the handover-takeover ceremony, the Gripens flew home in 3 September to their temporary base at Pápa, while the soldiers of the mission arrived at the Budapest Ferenc Liszt International Airport on 4 September on the board of one of the Airbus A319 aircraft of the Hungarian Defence Forces.

KEY WORDS: Baltic state, BAP (Baltic Air Policing), Šiauliai Air Base, Alfa alert, air space defence, Kaliningrad, Hungarian Air Force, SAAB JAS-39C EBS HU, Airbus A 319, EF 18 Hornet

* ORCID: 0000-0001-8455-1165



3. ábra. JAS-39C Gripen éles légiharc-rakétákkal és Litening III célzókonténerrel a készütségi állóhelyen (Fotó: Józsa Dávid)

csolt válaszjeladó és rádióforgalmazás nélkül közlekedő, ezáltal a polgári légi forgalmat veszélyeztető repülőgépek igazoltatása, kísérése. Feladatuk volt továbbá a Baltikumban állomásozó szárazföldi csapatok, illetve a Balti-tengeren szolgálatot teljesítő NATO-erők támogatása, valamint a NATO tagországok egymás iránti elkötelezettségének erősítése.

A balti államok függetlenné válásával egyidőben az addigi Szovjetunió részét képező Kalinyingrádi terület (*Калининградская область*) – egykor Königsberg – helyzete is jelentősen megváltozott. Oroszország exklávéja – hiszen nem rendelkezik közvetlen összeköttetéssel az anyaországgal – a Szovjetunió szétesését követően ma délen Lengyelországgal, keleten és északon Litvániával (mindkettő NATO tagállam), nyugaton pedig a Balti-tengerrel határos terület. Ezzel együtt Oroszország jelentős haderőt, légierőt állomásoztat Kalinyingrádban és állandó légi kapcsolatot tart fent a két terület között. Ezen átrepülések nem minden esetben felelnek meg a nemzetközi légtérben történő repülések szabályainak, de fontos megjegyezni, hogy a második magyar baltikumi szerepvállalás ideje alatt egyszer sem sértették meg idegen gépek a balti államok szuverén légtérét. Ettől függetlenül a polgári repülésre veszélyt jelent az a légi jármű, amely nem rendelkezik repülési tervvel, nem kapcsolja be a válaszjeladóját és nem veszi fel a kapcsolatot a légiforgalmi irányítás adott körzetével. Abban az esetben, ha Szentpétervár irányából halad a repülőgép Kalinyingrád felé, elsőként a finn légierőt riasztják. Amennyiben az igazoltatást követően sem veszik fel a rádiókapcsolatot az irányítással a finn légierőtől az észtországi Amariba települt erők veszik át a repülőgép kíséretét, majd a Šiauliaiban állomásozó készütségi repülőgépei következnek, végül pedig a svéd légierő repülőgépei kísérik el a nemzetközi légtér határáig. Mivel Kalinyingrád ellátása (katonai jellegű utánpótlása) szárazföldön, NATO tagállamokon keresztül igen nehézkes, ezt vízi vagy a légi úton végzik. Ennek megfelelően a magyar pilóták szinte az összes, jelenleg rendszerben lévő orosz szállító repülőgéppel találkoztak. An-12-es, An-24-es, An-26-os mellett Il-76-os és Tu-204-est is igazoltattak. De a szállító repülőgépek mellett rendszeresen találkoztak felderítő repülőgépekkel, így az Il-18-as különböző tengerészeti változataival vagy az A-50-es légtér-ellenőrző repülőgéppel, amelyek az Balti-tengeren végzett orosz hadgyakorlatot támogatták a levegőből. Természetesen a vadász, illetve vadászbombázó repülőgépek sem maradtak ki. Szu-24M/MR mellett Szu-27P, Szu-30SzM, valamint Szu-35Sz is akadt a szabálysértők között.

Vezető államként a misszió teljes ideje alatt 24 órás készütséget adott a magyar kontingens, ehhez a két darab 15 perces készütségekben (RS 15) lévő éles JAS-39 Gripen mellett, két darab felfegyverzett tartalék repülőgép állt rendelkezésre. A gyakorló repülések jobb tervezhetősége érdekében a négy készütségi Gripen mellett általában egy ötödik gép is Litvániában állomásozott. 2014-től kezdődő-

en, Oroszország Ukrajnával szembeni politikájának hatására a vezető nemzet mellett, úgynevezett megerősítő nemzet(ek) is részt vesznek a balti légtérrendészeti feladatok ellátásában. Az 50. váltás megerősítő erők a spanyol légierő EF-18 Hornetekkel szintén Šiauliai légibázison települve, valamint a Royal Air Force Eurofighter repülőgépei az észtországi Amari repülőteréről üzemelve támogatták a missziót. A két megerősítő nemzet egymást hetente váltva, úgynevezett hot week/cold week bontásban látja el a szolgálatot. Készütségi szolgálat (hot week) esetén a vezető nemzettel megegyező készütséget (RS 15) látnak el, cold week idején pedig háromórás készenlétben vannak, ami nagyobb számú kiképzési repülések végrehajtását teszi lehetővé. A magyar pilóták a legtöbb ilyen közös gyakorló repülést a velük azonos bázison szolgálatot teljesítő spanyol kontingens EF-18-asaival közösen végezték. Gyakorolták az elfogást, igazoltatást, egy az egy, illetve egy a kettő elleni, valamint a látóhatáron túli légi harcot és az éjszakai repüléseket. Ez utóbbi júniusban elég problémás volt, mert az éjszaka egy rövid 2-3 órás időtartamra korlátozódott, de 20-25 000 láb magasságban teljes világosság volt. A közös gyakorló repülések mellett fontos szerepe volt a lakosság biztonságérzetét növelő tisztelegő repüléseknek, amelyeket legtöbbször szintén a spanyol tizennyolcasokkal közösen hajtottak végre.

Az 50. váltás vezető nemzeteként a magyar Gripeneknek 50 éles (Alpha) riasztása volt, (a 2015-ös misszió „csak” 25 esetben kapott éles riasztást), emellett 110 esetben szálltak fel gyakorló (Tango) riasztásra. A négy hónap alatt 544 órát repültek és 141 olyan feladatot is végrehajtottak, amelyek során a szárazföldi vagy a tengerészeti erők feladatait támogatták. A magyar pilóták a tervek szerint 2022 szeptemberében a BAP 60. váltásaként térnek vissza ismét a Baltikumba.

IRODALOMJEGYZÉK

- Tóth Róbert. Véget ért a Magyar Honvédség balti légtérrendészeti missziója. *Honvédelem.hu* 2019. 09. 04., Letöltve: 2019.09.26. <https://honvedelem.hu/galeriak/veget-ert-a-magyar-honvedseg-balti-legterrendeszeti-misszioja/>;
- Nyulas Szabolcs. 50 riasztás 4 hónap alatt *Honvédelem.hu* 2019.09.18. Letöltve: 2019.09.26. <https://honvedelem.hu/galeriak/50-riasztas-4-honap-alatt/>;
- Hegedűs Ernő. „A JAS-39 Gripen többfeladatú harci repülőgép I. rész.” *Haditechnika* 47, 4. sz. (2013): pp. 24-28.;
- Hegedűs Ernő. „A JAS-39 Gripen többfeladatú harci repülőgép II. rész.” *Haditechnika* 47, 5. sz. (2013): pp. 20-26.

Somkutas Róbert*

A Magyar Királyi Honvédség páncélozott eszközökkel felszerelt felderítő csapatai a Barbarossa hadművelet során III. rész

A Kárpát-csoporton belül a műveletre kijelölt csapatok mozgósítása – a korábbi tapasztalatok ellenére – nem volt zavartalan. A bevonult állomány és a késlekedve átadott (és esetenként javításra szoruló) gépjárművek sok esetben csak a hadműveleti területen érték utol alakulataikat. Előfordult, hogy a legénység felszerelése is hiányos volt. Egyes vonatrészek és szolgálatok (pl. az egészségügyi ellátás) csak a hadműveletek megkezdése utáni időszakra tudták elérni a készenlétüket. A fenti hiányosságok és nehézségek miatt Szombathelyi Ferenc altábornagy két nap haladékot kért a támadás megindítására, azonban a Körösmezőre áttelepült hadtestparancsnokságon tartózkodó László Dezső vezérőrnagy, hadműveleti csoportfőnök ehhez nem járult hozzá [1, 316. o.].

A Kárpát-csoport 1941. június 29-i megalakítását követően, június 30-án éjfélig a jobbszárnyon alkalmazott hadműveleti csoportosítás első lépcsős erői elfoglalták a kijelölt megindulási körleteiket. A balszárnyon Rakovszky tábomok⁷³ csoportja folytatta a visszavonuló szovjet csapatok követését.

A KÁRPÁT-CSOPORT FELDERÍTŐ RENDSZERE

A feladatok végrehajtására, az akkor érvényben lévő *Harcászati szabályzat*ban meghatározottak szerint kijelölték a

megfelelő felderítőerőket és felkészültek feladatuk végrehajtására. A szabályzat II. fejezete önálló részben foglalkozott a felderítéssel [2, 37–39. o.]. A bevezető általános szövegrész mindenki számára világos feladatot szab a felderítéssel kapcsolatosan:

„A felderítés célja, hogy adataiból a vezető idejében képet alkothasson az ellenségről és így elhatározása és terve számára alapot nyerjen. A felderítés lényege az ellenség viszonyaiba való betekintés; ehhez szükséges az ellenséggel való gyors érintkezésbe jutás, az érintkezés fenntartása, az ellenségállandó (éjjel sem szünetelő) megfigyelés, az észleletek gyors és biztos jelentése.

Az ellenséggel való érintkezésnek nem szabad többé megszakadnia.

Minden parancsnok gondoskodjék – felsőbb parancs nélkül is – működési területén a hatáskörének megfelelő felderítésről.

Mindenkinek kötelessége, hogy az ellenségre vonatkozó híreket és észleléseit parancs nélkül is sürgősen jelentse és továbbítsa.

A felderítésre csak annyi erőt alkalmazzunk, amennyit a cél megkíván. Legyünk készen arra, hogy a felderítést – esetleg új irányban is – kiegészíthessük.

Az erők kiszabásánál ne feledjük, hogy eredményes felderítés rendszerint csak harc árán lehetséges. Ezért a leg-

19. ábra. A gyülekezési körlet elfoglalása
(Fotó: Fortepan/Berkó Pál, 78559)



* Nyá. alezredes, ORCID 0000-0002-3746-9588



20. ábra. 1941. június. A közfeldерítő század kitelepülése a szovjet frontra (Fotó: Fortepan/Dr. Varga Csaba, 133512)

fontosabb irányban alkossunk súlyt, hogy annak átütő ereje legyen. Viszont nagyszámú felderítő csapat kiküldése zömünket gyengíti. Nem a felderítő erők mennyisége a fontos, hanem az, hogy a felderítést jól megszervezzük.

A jó felderítés megkönnyíti a biztosítást is.

A felderítésre rendelt erők számára felderítési területeket (sávokat), vagy felderítési célokat és irányokat (menetvonalakat) határozzunk meg.

A várható harc szempontjából fontos területekre már eleve irányítsunk aránylag nagyobb erőt a felderítésre, hogy ott az ellenséges felderítőkkal szemben fölénybe kerüljünk; a felderítésen kívül feladatuk adhatjuk nekik különösen fontos hely (közlekedési csomópont, szoros, stb.) megszállását is. Ilyenkor világosan szabjuk meg a két feladat között az összhangot.”

A Kárpát-csoport a felderítési feladatok végrehajtására az alábbi erőket tudta alkalmazni. A légi felderítés területén a hadászati légi felderítést az 1. önálló távfelderítő osztály katonái végezték. Az osztály kezdetben He 70, majd He 111 típusú gépekkel rendelkezett, amelyekkel mindvégig hazai területről, Budaörsről felszállva hajtották végre felderítő repüléseiket. A Kárpátok viharos időjárása sokszor befolyásolta a felderítési feladatok végrehajtást.

A harcászati felderítésre alkalmazott VIII. és X. közel-felderítő repülőszázadok WM-21 „Sólyom” típusú gépekkel segítették a harcoló csapatokat. A gépek pilóta és megfigyelői kabinja nyitott volt, emiatt a fentebb említett hegyvonulatokon való átrepülés erősen igénybe vette a hajózó állományt. Az időjárás okozta körülményeket később enyhítette a Kárpátok keleti oldalára történő áttelepülés. A harcászati felderítőrepülőöknek – a hiányzó bombázó támogatás kiváltására – sok esetben csapásmérő, bombázói feladatokat rendeltek el a felderítési feladatok helyett [3].

21. ábra. Rakovszky György vezérőrnagy (balra) (Fotó: Fortepan/id. Konok Tamás, 42514)



A kezdeti időszakban, a gépkocsizó dandárok harcbavetése előtt, kisebb mélységű földi felderítésre a hegyi zászlóaljak szervezetszerű felderítőszakaszait, illetve az adott katonai szervezetektől – a fenti szabályzat előírásainak megfelelő módon – kijelölt felderítőjárőröket és felderítő-osztásokat alkalmaztak.

A kezdeti időszakban – a határ teljes hosszában kiépített, de annak megsértését megelőző – figyelő- és jelentőrendszert működtettek, amit június 27-től, a hadiállapot kihirdetését követően, jóval aktívabb felderítő tevékenység követett. Miután a 8. határvadászdandár parancsnoka, az előljáró utasítása alapján elrendelte a határtól visszavonuló szovjet csapatok szoros követését. Június 27-én már magyar felderítőjárőrök lépték át a határt, megfigyelték és követték az előttük mozgó szovjet csapatokat. Fő feladatuk az ellenség mozgásjellegének, mértékének és várható szándékának felfedése volt.

Elsőként a 25. határvadász-zászlóalj felderítőjárőre lépte át az államhatárt a Vereckei-hágónál. Feladatvégrehajtása során rajtaütött egy szovjet utóvéden, amelyet szétvert. Itt esett el harcban az első két felderítőkatonája is [3, 163. o.].

A hegyi zászlóalj állandó felderítőosztaggal rendelkeztek. Így például a 8. határvadászdandár alárendeltségében lévő 2. hegyi zászlóalj osztaga 2 tisztből, 72 honvédből állt. A katonák egyéni fegyverzetén kívül az osztagot géppuskákkal és golyószórókkal látták el. A kiküldött járőrökkel és az előljáró parancsnokkal az összeköttetést és az adatok gyors továbbítását motorkerékpáros és lovas futárok által biztosították. Az osztagok által kijelölt járőrök (7-10 fő és egy parancsnok) derítették fel a másnapi előrevonási útvonalakat és a környező terep állapotát. A járőrök munkáját nagyban nehezítette, hogy csak egy típusú 1: 75 000 méretarányú térkép állt rendelkezésükre. Emiatt kénytelenek voltak útvázlatokat készíteni, de ezek bármilyen gondnal is készültek az erdős, ködös magashegységben – a papír anyaga és annak részletessége miatt – mégsem pótolhatták a térképet. A járőrök, a terep jellegétől függően több irányban is, 1-3 fő terepkutatót alkalmaztak [3, 163. o.].

A gyorshadtest alkalmazását követően az alárendeltségbe tartozó 1. és 2. gépkocsizó dandár, továbbá az 1. lovasdandár alegységei már alkalmasak voltak a nagyobb mélységű földi felderítésre is. A gépkocsizó dandárok szervezetében a harcokcsi-zászlóaljakat, a kerékpáros zászlóaljakat és a felderítő-zászlóaljakat, míg a lovasdandárnál a lovaspáncéloszászlóalj mellett a lovasezredeket és a kerékpáros zászlóaljakat is alkalmazták ezekre a felderítési feladatokra.

A Rakovszky-csoportot már június 27-én, a hadiállapot bejelentését követően azonnal bevetették, akik megszakítás nélkül folytatták az aktív felderítést. Ennek köszönhetően a parancsnokuk, aki maga is folyamatos parancsnoki felderítést végzett, mindvégig átlátta a kialakult helyzetet és azonnal intézkedni tudott a változások érdekében. A kiküldött felderítőjárőrök és felderítőosztagok a határ menti szovjet csapatok nyomában járva követték azok tevékenységét. Ez lehetővé tette, hogy az 1. hegyi zászlóalj – a felderítőjárőrök jelentését követően, egy gyors parancsnoki döntés után – június 28-án, a déli órában, váratlanul vállalkozással sértetlenül el tudta foglalni a beszkidai vasúti alagutat (Бескидський тунель) [4, 6. o.]. A későbbiek során ez az alagút biztosította a 101. számú páncélvonat alkalmazását a határ másik oldalán is.

Rakovszky tábornok külön figyelmet szentelt a felderítés feszes vezetésére, amelynek köszönhetően a kiküldött felderítőerők számára biztosították a feladat végrehajtásához szükséges időmennyiséget. A feltételek megteremtése lehetővé tette, hogy a felderítők pontos adatokkal szolgáltassanak a fő erők számára.



HELYZETKÉP A TÁMADÓ HADMŰVELET MEGINDULÁSA ELŐTT

Június 30-án, a Kárpát-csoport megalakulását követő első hadművelleti napon, csak a csapatok balszárnányán voltak harcok. A Rakovszky tábornok által vezetett seregetest – amelynek az alapját a 8. határvadász dandár biztosította – folyamatosan fenntartotta a harcérintkezést az utóvéd szovjet erőkkel.

A Rakovszky-csoport erői ekkor már Toronyától Uzsokig – amely légvonalban mintegy 70 km-es sávot tett ki – szétbontakoztak a határ biztosítása érdekében. Egy dandár szintű összpontosított támadásra (vagy akkori kifejezéssel élve „egy fő előrenyomulási irányba történő bevetésre”) való összevonásuk nagy idővesztéssel járhatott volna, ezért a parancsnok úgy döntött, hogy az ellenséget a szétbontakozásnak megfelelő szélességben, a négy járható patak (Orava, Opor, Mizunka, és Svica) völgyében követi [4, 7. o.]. Az előrenyomuló magyar csapatok előtt bevetett, megerősített felderítőosztagok, előőrsek igyekeztek zavart kelteni, illetve az ellenséget visszavonulásra készíteni.

A jobbszárnnyon a 10. határvadász zászlóalj számára a kiküldött járőrök jelentették az ellenség zömének visszavonulását. A helyzetet egy megerősített felderítőosztag kiküldésével pontosították, amely egész Viszkovig jutott. Előrenyomulása azonban igen lassan haladt, mert a szovjet műszaki zárás ebben az irányban volt a legerősebb. Az utat teljes hosszában eltorlaszolták, több öles és tekintélyes mennyiségű 15-20 méteres félig kivágott fa feküdt keresztbe az úton. Az akadályok alá aknamezőt telepítettek és a fákat érintő aknákkal biztosították. A zászlóalj nagy nehézségek közepette, a nap végére megközelítette Viszkovot [4]. A kiküldött felderítőjárőrt ott vonták vissza [4, 11. o.]. A zászlóalj a helység előterében töltötte az éjszakát.

A 2. hegyi zászlóalj elővédei kijutottak J. H. Szloboda helyiség területére, ahol felvették a harcérintkezést a nagy mélységben védő mintegy 1-2 ezrednyi erővel [4, 12. o.]. A zászlóalj Zhary és Szloboda között, út hiányában járművekkel és páncéltörő ágyúkkal mozgásképtelenül vesztelt egy jó ideig [6, 73. o.].

Az 1. hegyi zászlóalj kisebb utóvédekkel harcolva lendületesen folytatta előrenyomulását, és a nap végére feladatát teljesítve kiérkezett területére [4].

A balszárnnyon a 25. határvadász zászlóalj feladataként kapta, hogy a 1064 méter magas Kijoviec magaslaton keresztül nyomuljon előre az Opor és az Orava folyók összefolyásához. Az elővéd parancsnoka az előjárójától kapott utasítás ellenére nem küldött ki erős felderítőosztagot, hanem a sötétben a műút mentén meneteltette az egész elővédet, hogy a rossz látási viszonyok között az ellenség meglepje. Az oroszok egészen Korosztovig engedték be az előosztágot, majd ott minden oldalról tűz alá vették, és egy heves ellentámadással egészen Heilanstalt Hutáig vetették őket vissza. Itt állította meg őket a felfejlődött fő csapat. Az elővéd parancsnoka az előjárója utasítása ellenére a felderítés mellőzése miatt jelentős veszteségeket szenvedett. A zászlóalj végül másnap, július 1-én az eredetileg meghatározott magaslaton keresztül hajtottá végre ismét a támadását és elfoglalta a megadott területet [4].

A VIII. kerékpáros zászlóalj az Uzsoki-hágón keresztül, három napos menete végrehajtása után a nap végére beérkezett Tuholkára. Az utolsó napon igen rossz úton – az út felén a kerékpártolva – hajtották végre a menetet. A fizikai igénybevétel az állományt és a technikai eszközeit (kerékpárokat és a gépkocsikat) is kimerítette, ezért július 1-én pihenést és karbantartást rendeltek el számukra [4].

Az 1. hegyi dandár előtti megerősített védőállásokból a szovjetek megkezdték csapataik hátra vonását. A dandár



22. ábra. Az esőzés után megáradt patakok a hidakat veszélyeztették (Fotó: Fortepan/Hajdu Fedő Károly, 129102)

állományába szervezett páncélgépkocsi-szakaszt is bevetették, de amíg a Kárpátok vonulatán nem jutottak át, az öt páncélgépkocsi – a megfelelő előrevonási útvonalak hiányában – képtelen volt feladatára elindulni. Ezért a határvadász és hegyi zászlóaljak állományából kiküldött felderítőosztagok és felderítőjárőrök biztosították az adatokat az előjáró parancsnoknak. A magyar felderítőjárőrök már a határ túloldaláról jelentettek a tapasztaltakról, illetve foglyokat ejtve igyekeztek megfelelő információkat szerezni a szemben álló fél várható tevékenységéről. Ennek során előfordult, hogy a kiküldött felderítőjárőr nem tért vissza, mert elesett.

A Kárpát-csoport parancsnoksága Husztra települt és június 30-án 21 órára elérte a munkakészséget. A gyors-hadtest-parancsnokság és az azt támogató VII. közel-felderítő század Aknaszlatinára települt. Ezen a napon érkezett be a hadműveletek támogatására a 101. páncélvo-nat Csapra [5].

Június 30-án a Kárpát-csoport július 1-i támadásának megszervezése befejeződött.

23. ábra. 1941. Ukrajna, Szkala-Podilszka ideiglenes átkelő a Zbrucs folyó felrobbantott hídja mellett (Fotó: Fortepan/ Hajdu Fedő Károly, 129106)





24. ábra. Ukrajna – úttalan utakon (Fotó: Fortepan/Hajdu Fedő Károly, 129142)

A KÁRPÁT-CSOPORT HADMŰVELETI FELADATÁNAK PONTOSÍTÁSA

A VIII. hadtest 277./VIII. hdt. I.a. 41.VI.30. számú intézkedése alapján a parancsnok a már beérkezett erőkkel, a bombázó erők támogatásával Kőrösmező területéről megindította csapatai támadását azzal a céllal, hogy mielőbb kiérkezzen Kolomija és Sztanyiszlav területére, és elérjék a Dnyeszter folyót.

Annak ellenére, hogy a Kárpát-csoport fő erejének számító gyorshadtest állományából június 30-án estig – csak a Kassáról átcsoportosított 2. gépkocsizó dandár érkezett be, támadásának időpontját július 1-én reggel 7 órára határozták meg.

Július 1-én Szombathelyi Ferenc altábornagy a hadműveleti területre beérkező gyorshadtest parancsnokát, Miklós Béla vezérőrnagyot jelölte ki a jobbszárnynon támadó csoportosítás parancsnokának. A feladat végrehajtása érdekében a saját csapatai mellett alárendeltségébe került a korábbi Felki-csoport. Az egységek közösen alkották a Miklós tábornok-csoport hadműveleti köteléket, amely feladatul kapta, hogy az első lépcsőként alkalmazott Felki-csoporttal – Kőrösmezőn keresztül a Tarac folyó völgyében – támadjon és fő erő kifejtését Jablonica irányában összpontosítva, törje át a még meglévő szovjet védelmet. A védelmi vonalon történő rés útja után a 2. gépkocsizó dandár harcba vetésével biztosítsa az átjutást és a Kárpátok keleti oldalára való minél gyorsabb kiérkezést. A támadás célja a Sztanyiszlav és Kolomija térségében történő kijutás Gyeljatyin községen keresztül [1, 317. o.]. A védelem áttöréséig a Kőrösmező területére beérkezett 2. gépkocsizó dandár a hadműveleti csoport tartaléka, amely később ütközetbe vetésre kerül.

A Kárpát-csoport jobbszárnján a Rakovszky-csoport (10. és 25. határ vadász zászlóalj, 1. és 2. hegyi-, VIII. kerékpáros zászlóalj) Dolina – Kalus menetvonalon folytatta a korábban már megkezdett szovjet utóvédeket követő manővereit. Előrenyomulásának célja a Sztanyiszlavig történő kijutás, majd feladata a Tiszovica – Sztarij-Muzum vonalának elérése és a csoportosítás balszárnjának a biztosítása [6, 73. o.].

Az 1. gépkocsizó dandár erőinek alkalmazásával – amelyek beérkezése a békehelyőrségükből hosszú menetük végrehajtása után július 1-én estére volt várható – csak július 2-án számoltak.

Az 1. lovasdandár erőivel kombinált menetük végrehajtása után (járműveken és vasúti szállítással), csak 2-án az esti órákban, az alkalmazási körletükbe való érkezés után lehetett számolni. A támadó csoportosításuk felvételét követően alkalmazásukat is csak július 4-ére tervezték, amellyel kapcsolatban később intézkedtek [1, 316. o.].

A Kárpát-csoport sávhatárait a jobbszárnynon a román csapatokkal Hrinava – Kutý – Melnica – Kamenyec-Podolszkij, a balszárnynon pedig a német csapatokkal Uzsoki szoros – Skole – Kalus – Bucsecs vonalában határozták meg [6, 91. o.].

BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK: TEREP ÉS IDŐJÁRÁS

A hadműveleti tevékenységek részletes ismertetése előtt fontos kiemelni két tényezőt – a terepviszonyokat és az időjárást –, amelyek jelentős mértékben befolyásolták a Kárpát-csoport és azon belül is a felderítőcsapatok tevékenységét.

A terep nem kedvezett a támadó tevékenységnek. A földrajzi és terepviszonyok erősen változók voltak. A Kárpátalja szorosokká szűkülő, meredeken emelkedő völgyei, a 900 méter körüli magasságban vezető szorosok erősen lefékeztek a mozgást. A hágók jó lehetőséget biztosítottak a védelemben lévő erőknek kiépített völgyzárak, műszaki akadályok telepítésére és a műtárgyak rombolására. Ezek nagy mértékben lassították a magyar csapatok támadási sebességét. Jelentősen korlátozta a Kárpátokon való átjutás gyorsaságát az utak és a hágók korlátozott mennyisége. Ez – mint később látni fogjuk – kihatott a gyorshadtest sikeres átjutására is!

A határon túl, a kelet felé enyhébben lejtő széles hátak közé szakadékszerűen bevágott, erősen kanyargó folyók újabb természeti akadályt jelentettek. A terepet, a hosszú és szélesen lenyúló kiemelkedéseket élesen megszakító folyók tették sűrűn átszeldetté. Az előrenyomulás első sorban a folyóvölgyekben volt lehetséges. A Kárpátok folyói általában mélyek és meredek medrűek, számos kanyarral megtűzdelve, amelyek kedvező lehetőséget biztosítottak a szovjet csapatok számára az ellenség előrenyomulását gátló rombolások és hídfők képzésére. A hágókon túli területet a 300-400 méter magas dombok teszik változatossá a Zbrucs folyóig, de onnan tovább már csak 200 méteres emelkedők találhatók.

A terület talaja márga, homokkő és agyag, amelyek változatos megoszlásban találhatók. Ez a terep esetenként a bőséges csapadék következtében mocsaras jellegűvé válik [7].

Komoly nehézségeket okozott a közlekedési hálózat kezdetleges állapota, beleértve a vasúthálózatot is [1, 317. o.]. További nehezítő tényező volt, hogy az eltérő szabványok miatt az egykori Osztrák–Magyar Monarchia határain túl lévő területeken az európai vasúti nyomtáv (1435 mm) helyett már az orosz nyomtáv (1524 mm) vasúti vonalak működtek [8, 120. o.].

A hadműveletekről szóló feljegyzések külön kiemelték, hogy:

„...A Kárpátok gerince egyike a legnehezebb hadműveleti területnek, melyet az oroszok azzal is megnehezítettek, hogy az összes járható utak mentén minden áthidalást (hidat, áterest, viaduktot stb.) és műtárgyat robbantottak. El kell azonban ismernünk, hogy a rombolásokat nagy szakértelemmel és nem kímélve a robbanóanyag mennyiséget hajtották végre. Az ilyen viszonyok között az előrenyomulás elé szinte elháríthatatlan akadályok tornyosultak. De a műszaki csapatok sikeresen megküzdöttek a nehéz feladatokkal és nagyszerű teljesítményeikkel a gyorscsapatoknak a Kárpátokból való kibontakozását és így az ellenség üldözését lehetővé tették. ...” [9].

A Barbarossa hadművelet megindításának idejét a német hadvezetés különös gonddal választotta ki. A támadás megindításának a napja – a június 22-ei napforduló – jó





25. ábra. A szovjet hadsereggel történt „harcérintkezés” nyomai a Magyar Királyi Honvédség egy 39M Ford Marmon típusú teherautójának szélvédőjén (Fotó: Fortepan/Berkó Pál, 78389)

időjárás viszonyok között mintegy 16 óra világos időt biztosított a támadó csapatok számára. Ez jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy a támadó német gépesített csapatok képesek legyenek már az első hadművelati napon nagy mélységbe betörni a szovjet területekre.

A fő hadszínterek között fekvő, a magyar csapatok által „kitöltendő terület” azonban – épp a terület hegyvidéki jellege miatt – teljesen más időjárás viszonyokkal rendelkezett (erre a németek a tervezés, de a végrehajtás során sem voltak tekintettel).

A Kárpátok sajátos időjárása külön befolyásoló tényezőként jelentkezett a magyar csapatok alkalmazása során. A terület időjárásának sajátossága az időjárás viszonyok szabálytalan váltakozása. Nyáron gyakoriak a zivatarok, amelyek váratlan áradásokkal járnak és jelentősen gátolják a közlekedést. A viszonylag kis méretű vízfolyásokat nagyon gyorsan széles, igen erős sodrású patakokká duzzadhatnak. A gyorsan lezúduló víztömeg a megépített műtárgyakat, hidakat könnyen elsodorhatja, illetve a gázlókat egy időre használhatatlanná teszi. Az évi csapadékmennyiség a magasabb részekben és a hegyekben 600–1200 milliméter, amelynek mintegy 40%-a nyáron hullik le. A meleg nyár esetén is hűvös éjszakákkal kell számolni. Ezt egy kellemes, hosszú ősz követi, amit szinte átmenet nélkül vált az 5 hónapnál is tovább tartó hideg, nedves, igen szeles tél. A tavasz igen jelentős csapadékkal, nagy áradásokkal érkezik, és nagyon rövid ideig tart, amit a hirtelen beköszöntő nyár követ [7].

A hadművelati terület éghajlata mérsékelt kontinentális, bár a Keleti-Beszékidek behorpadása miatt (az Uzsoki- és Vereckei-hágó is itt található) a kelet-európai síkság zordabb, erőteljesebb lehűléseket mutató éghajlata itt már érvényesül. A hegyvidéken az évi középhőmérséklet 800 méterig 5 °C, 1500 méterig 2–3 °C. Még nyáron is igen gyakori a köd, amely a völgyekben délelőtt 10 óráig megmarad

[8, 96. o.]. Ezt az időjárás sajátosságot igen fontos tényezőként kellett figyelembe venni a felderítési feladatok, a rejtőzés, illetve megfigyelés végrehajtásának tervezésekor.

„... a Dnyeperig húzódó lapos terep talaja a gyakori esőzésektől néha úgy felázott, hogy még a lovak is alig jutottak előre, nemhogy a gépkocsik és kerékpárosok. A nyári évszakban hatalmas búzamezők és kukoricások nehezítették meg a látást és a tűzéség alkalmazását, viszont kedvezett az ellenséges meglepésnek”.⁷⁴

A fent vázolt, a támadó számára kedvezőtlen körülmények leküzdésére a hadművelati kötelék parancsnoka igyekezett a rendelkezésére álló – különböző menettulajdonságokkal és harci képességekkel rendelkező – csapatok előnyös tulajdonságait kihasználni. Ennek megfelelően igyekeztek a hadszíntér gyér ukrainai úthálózatának és terepakadályainak leküzdése során a páncéljáró és gépesített csapatokat, a kerékpáros kötelékeket és a lovasságot, valamint a gyalogos (hegyi és határvadász) csapatokat alkalmazni. „Ahol a gépkocsik elakadtak, ott a kerékpárosok jutottak előre, s ha ezek is lemaradtak, a huszárok voltak bevethetők”.⁷⁵

(Folytatjuk)

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] „A Kárpát-csoport megalakulása és harctevékenysége (1941. június 30. – július 8.)” in Liptai Ervin (szerk.). *Magyarország hadtörténete két kötetben* (Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó, 1985) II. kötet;
- [2] *Harcászati szabályzat*. „1. rész., Harcászati elvek.” Budapest: M. Kir. Honv. Minisztérium Kiadványa, 1939;
- [3] Horváth Csaba. *A magyar katonai felderítés története. A kezdetektől 1945-ig* (Budapest: Püldo Kiadó, 2006.);
- [4] Kontz Sándor szds. „A 8. határvadász dandár hadműveletei, 1942. június 28–július 9.” *Magyar Katonai Szemle* 12. évf., 1. sz. (1942. I. negyedév);
- [5] Andaházy Szeghy Viktor. *A magyar királyi Honvédség részvétele a Szovjetunió elleni támadásban (1941. június – december)*, Szeged: Belvedere, 2016;
- [6] Kálmán Dániel. *A magyar királyi honvédség a II. világháborúban*. Miskolc: 1971–1974. HIM HL TGY 2721;
- [7] Kozma Endre, Héjja István, Stefancsik Ferenc. *Katonaföldrajzi kézikönyv*, Budapest: Zrínyi Kiadó, 1993.;
- [8] Vitéz Somogyi Endre. *Magyarország és környező államainak katonai földrajza*, Budapest: Jakab. M. H. Könyvnyomdai Műintézet nyomása, 1930;
- [9] *Magyar Tartalékos Tisztek Lapja* IV. évf. 7. szám, 1943. április 5. (MTTL IV. évf. 7. sz.)
- [10] Szabó Péter. *Harcok a horogkereszt árnyékában. A magyar királyi honvédség küzdelme a keleti hadszíntéren 1941–1944.* (Magyar történelem – Nagy csaták 12.) Budapest: Duna International, 2013.

JEGYZETEK

73 Rakovszky György 1937. november 1-jétől ezredes. 1938–41: az 1. vdd., illetve az 1. hdt. vezérkari főnöke. 1941-ben a 2. hadsereg vezérkari főnöke, közben a III. hdt. parancsnokát is helyettesíti. 1941. május 1-jén előléptetik tábornokká. 1942 októberétől a HM 1. csop. főnöke, novemberétől földi főcsoportfőnöke. 1943. május 1.: altábornagy. <https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/2vhSzakkonyv-magyarok-a-ii-vilaghaboruban-2/az-ihnetov-munkanaploja-vitez-beldy-alajos-vezerezredes-hadtortenelmi-leveltarban-orzott-irataibol-19411943-82D0/fuggolek-A02A/a-munkanaploban-szereploek-eletrajzi-adatai-A1B6/rakovszky-gyorgy-nagyraiko-es-kelemenfalvi-A7CF/>

74 Szabó Péter, *Harcok a horogkereszt árnyékában. A magyar királyi honvédség küzdelme a keleti hadszíntéren 1941–1944.* (Budapest: Duna International, 2013), pp. 5–9. – részlet Radnóczy Antal vezérkari őrnagy visszaemlékezéseiből, aki, mint a Hadiakadémia hallgatója vett részt a gyorsadtest harcaiban.

75 Uo. – részlet Radnóczy Antal vezérkari őrnagy visszaemlékezéseiből.

M. Szabó Miklós*

A Kárpát-csoport repülőcsoportja 1941. nyári-ősz harcaiból levont tapasztalatok

Kassa – felségjelek nélküli repülőgépekkel végrehajtott –, 1941. június 26-i (alapvetően nem katonai célpontok elleni) bombázását¹ casus belliként felhasználva, másnap 10 óra 30 perckor Bárdossy László miniszterelnök és külügyminiszter a Parlamentben felszólalt: „Egészen rövid bejelentést szeretnék tenni... Magyarország és a Szovjetunió között a hadiállapot beállott.”² Egyben, megfelelő megtorló intézkedéseket is kilátásba helyezett, nem zavartatván attól a tényről, hogy már 08:00-kor egy Junkers Ju 86 és Caproni Ca-135 típusokból álló, „összevont bombázórepülő-század”³ – egy vadászszázad oltalmazása mellett – csapást mért Sztanyiszlávra, majd 29-én Sztríjre.

Sztanyiszláv bombázásával egyidőben, a VIII. és X. közelfelderítő századok nyolc, illetve kilenc WM-21 Sóló típusú repülőgépe támadta a határ menti szovjet településeket. A fentiek alapján a sajtó lelkesen ünnepelt: „A magyar légierő a ma reggeli órákban igen eredményes megtorló támadásokat hajtott végre Szovjet-ország területé-

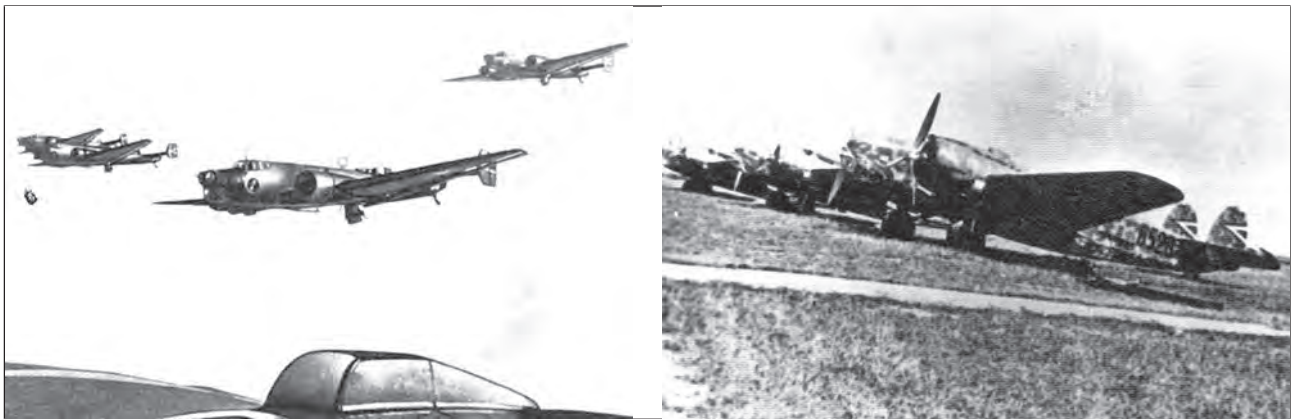


2. ábra. WM-21 Sóló közelfelderítő repülőgép⁷

ken lévő katonai célpontok ellen”.⁵ A repülőszakember azonban azt tartotta fontosabbnak, hogy először repültek át bombázókötelékek műszerek segítségével a Kárpátok fölött és tértek vissza veszteség nélkül.⁶

Szombathelyi Ferenc altábornagy, a kassai VIII. hadtest parancsnokának vezetésével június 30-ra vált működőképessé a Szovjetunió ellen bevetendő Kárpát-csoport, álló-

1. ábra. Junkers Ju 86 és Caproni Ca-135-ös bombázó-repülőgépek⁴



ÖSSZEFOGLALÁS: A trianoni békediktátum 1938. augusztusi lezárását követően, az 1939. január 1-jétől önálló magyar légierő számára az első igazi harci tapasztalatszerzést az 1941. nyári-ősz ukrainai hadművelet jelentette. A Kárpát-csoport harcát támogató repülőcsoport először került tartósan harci viszonyok közé. A légierő vezérkara a szerzett tapasztalatokat folyamatosan feldolgozta és alkalmazta. A légierő parancsnoka ezek alapján, 1942 elején alapos „kiértékelést” készített mind a harcászati, mind a harcászati-technikai tapasztalatok általánosítása terén, amit felterjesztett a honvédelmi miniszterhez és a Honvéd Vezérkar főnökéhez további hasznosításra.

KULCSSZAVAK: repülőcsoport, alegységek rotálása, gyalogsági harc, típus-cserék, harci tapasztalatok

ABSTRACT: Shortly after the closure of the 1938 August Trianon dictation of peace, the Hungarian Air Force - which became to be independent as from January 1 1939 - could gain the first real combat experience in the 1941 summer-autumn operations in The Ukraine. That was the first time, that the air-group - supported the operation of the „Karpát-group” - found itself in combat conditions. The Air Force Chief of Staff continuously elaborated and applied the combat experience gained. However the Air Force Commander - upon these - made an accurate evaluation in the first part of 1942, including all the tactical, and the tactical-technical aspect, which he introduced to the Minister of Home Defence and to the Defence Chief of Army Staff.

KEY WORDS: air-group, rotation of subunits, infantry fight, type-rotations, combat experience

* NKE professor emeritus, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja. ORCID: 0000-0003-3183-1774



mányában az I. gyorshadtesttel, az I. hegyi és a 8. határvadászdandárral, akiknek a harcát egy repülőcsoport támogatta Orosz Béla alezredes parancsnoksága alatt.

A Kárpát-csoport július 1-jén lendült támadásba a Tatárhágón és az Uzsoki-szoroson át Kolomija, valamint Sztanyiszláv irányába, a közelfelderítők, illetve a bombázók támogatása mellett.

Az ukrán síkságra kijutva, a hegyi és a határvadász erők visszamaradtak megszállási feladatokkal, míg a gyorshadtest, továbbá repülőcsoportja igyekeztek mihamarabb kijutni a Dnyeszterhez, majd tovább, a Dnyeperig.

A légierő vezérkara mindent megtett egyrészt azért, hogy a folyamatos támogatás érdekében, illetve a Kárpátok fölötti gyakori átrepülések veszélyeinek csökkentésére mihamarabb ukrán repülőterekre telepítse át kötelékeit, másrészt folyamatos rotációkkal, minél több távol- és közelfelderítő, vadász-, továbbá bombázó-alegységnek biztosítson háborús tapasztalatszerzési lehetőséget. (Ez utóbbinak megfelelően, július és november között négy bombázó-, öt közelfelderítő, valamint négy vadászszázad kapott lehetőséget harci alkalmazásra.)

Tekintettel arra, hogy az 1941. július 15-én beérkezett, az olaszoktól vásárolt 47 db Reggiane Re-2000 Falco I. vadászgépekkel több probléma is felmerült, illetve a gyártási licencét is megvették, a típus tökéletesítése érdekében egy hétrepülőgépes ún. „kísérleti rajt” küldtek ki hadművelleti területre egy hónapos tapasztalatszerzésre. Így, jelentősen javíthaták az ezek figyelembevételével is tökéletesített magyar Héják képességeit.

Július-augusztus folyamán a repülőalegységek szinte napról napra váltva repülőtereket, egyre közelebb jutottak a Dnyeper vonaláig. Így, pl. az 1/3. vadászrepülő-század augusztus 19-én már Krivoj Rog repülőterére települt.

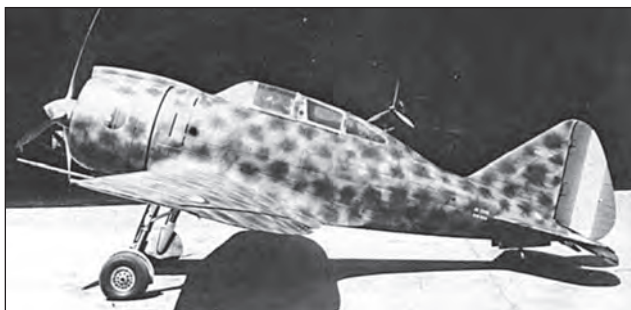
Augusztus 28-án Gyiresy Sándor rep. alezredes váltotta Orosz alezredest a repülőcsoport élén.

A fokozatosan beköszönő ukrán őszi a sok esőjével, sártengerré váló repülőtereivel egyre nehezebbé tette a repülőalegységek alkalmazását, így fokozatosan – november 26-i befejezéssel – hazatelepültek.

Ez alatt az öt hónap alatt a repülőcsoport repülőgépei 1454 harci bevetés során 2192 órát töltöttek a levegőben, 217 t bombát dobtak le és 30 szovjet repülőgépet semmisítettek meg. Ezzel szemben el kellett könyvelniük 17 tiszt és 15 légénységi állományú repülő katoná elvesztését; négy tiszt, valamint két légénységi honvéd eltűnését, továbbá 10 tiszt és 18 légénységi állományú katoná megsebesülését. Ami a harceszközöket illette: a 25 felderítő-, 14 vadász-, 11 bombázó-, öt futár- és egy szállító-repülőgép-ből 21 eltűnt, vagy szenvedett 100%-os rongálódást, míg a többi 20-90%-os sérülést.⁹

Mint korábban láthattuk, a légierő vezetése maximálisan törekedett a háborús tapasztalatok minél nagyobb mérvű

3. ábra. Reggiane Re-2000 Falco I. vadásziprepülőgép⁸ a képen olasz felségjellel



begyűjtésére, többel kapcsolatban intézkedések is születtek, de az alapos, átfogó következtetések levonáshoz szükség volt néhány hétre. E vonatkozásban két iratról feltétlenül szólni kell.

Az egyik, a légierő parancsnokság által 1941 késő őszi kiadott – s alig egy év múlva „történelmi jelentőségűvé” nemesülő¹⁰ – „Intézkedés a légierő továbbképzésére és gyakorlatbentartására”¹¹ (sic!), ami mind a szovjet repülő harcéljárását, mind a Kárpátok fölötti katasztrófák¹² tanulságait figyelembe vette. E szerint, „A továbbképzés célja a légierő egységeinek és kötelékeinek harcértékét és ütközésszerűségét a legmagasabb fokra emelni... A gyakorlatban tartással pedig azt kell elérnünk, hogy a kiképzési év bármely szakában, tehát bármikor, magas harcértékkel készen álljunk bevetésre.”

Ennek szellemében, a repülőképzés a repülőosztály parancsnokának a feladata, amit úgy kell megszerveznie, hogy „A súly a hajózó- és földi rész kiképzésének súrlódásmentes végrehajtásán nyugszódjék.”

A repülőminősítések kiértékelése során megállapítást nyert, miszerint „... a legnagyobb kiképzési hiány az éjjeli és műszerrepülés, valamint a lövésszáki kiképzési ágba áll fenn ezért elsősorban ezeknek a hiányoknak az eltüntetésére kell súlyt helyezni”. Ezzel összefüggésben a kiképzési osztály vezetője reményét fejezte ki, hogy az éjjeli és műszerrepülés oktatására alkalmas repülőgépek még a folyó évben nagyobb számban állnak majd rendelkezésre. Ezen túl, addig sem tétlenkedve előírták, hogy „A repülőgépek beérkezéséig is súlyképzéssel, tanfolyamokon fog történni a vakrepülő kiképzés hiányainak pótlása. A bombavető és a rep. lökiképzésnél mutatkozó jelentékeny hiányok kiküszöbölését a bombázó- és lőterek megfelelő számú biztosításával és külön rep. lökiskola felállításával kívánom előmozdítani.” – rögzítette Balássy rep. vk. őrnagy. (Eredeti helyesírással – Sz. M.)

Balássy Miklós – fent jelzett – „történelmi előrelátását”, sok repülőtársa életének a megmentését mégis az a mondata fémjelzi, amely szerint „A gyalogsági harc- és lökiképzésre az eddiginél lényegesen nagyobb súlyt kell helyezni”. Ennek megfelelően, havonta egyszer félnapos földi harcgyakorlat keretében kellett szulkolni olyan harcmozgásokat, amelyek háborús viszonyok között adódhatnak: repülőter védelme, elengedő harcokcsik és ejtőernyősök elleni harc, a földi rész menetének biztosítása stb. (Mint fent jeleztem, ez az intézkedés óriási felháborodást váltott ki a légierő állományában, de az 1943. januári események teljes mértékben igazolták – Sz. M.)

A másik nagyon fontos okmány, a „Haditapasztalatok kiértékelése”,¹⁴ amit Rákosi Béla altábornagy, a légierő parancsnoka terjesztett fel a vezérkarfőnökhöz 1942. február 11-én.

Az első részben a honvédelmi miniszteri és vezérkarfőnöki döntéseket igénylő tapasztalatokat szedték csokorba. Így:

1. A vezetési szervek működése, harcvezetése témakörben:
 - a repülőgépek korszerűtlenség, ezért a légierő alkalmazása majdnem kizárólag harcászati feladatok végre-

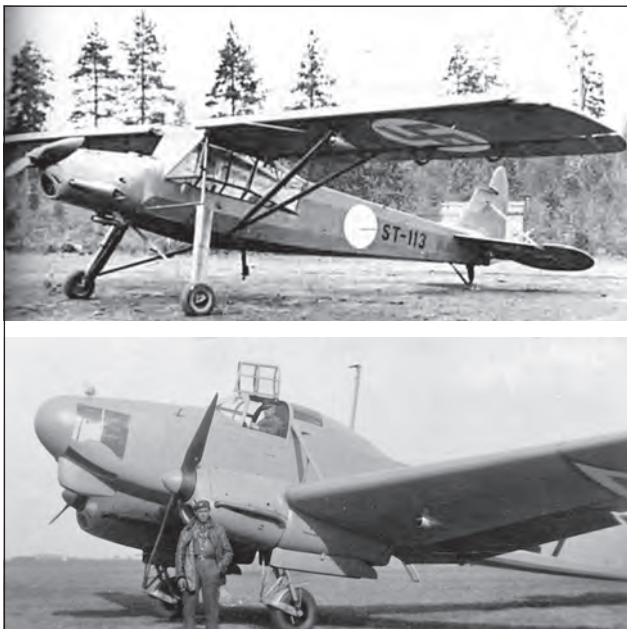


4. ábra. Balássy Miklós¹³

hajtásában merült ki, illetve a földi csapatok közvetlen támogatására szorítkozott;

- az I. gyorshadtest repülőparancsnokának szervezete, jog- és hatásköre részleteiben nem volt szabályozva, ami sűrűlódásokhoz vezetett. Ezért a jövőben, amennyiben ismét hasonló repülőcsoport vezetése kerül napirendre, ebben az esetben repülőparancsnoki törzsként csökkentett állományú seregtest-parancsnoksági (dandár-) törzset szükséges alkalmazni;
 - a vezetést megnehezítette, hogy a repülőcsoport-parancsnokság és a működő repülőcsapatok között nagy volt a távolság, így a kiadott parancsokat rejtjelezni kellett, ami viszont a korszerűtlen rejtjelző gépek miatt rendkívül hosszadalmas volt. Ezért szükséges gyorsabban működő, könnyebben kezelhető eszközök rendszeresítése.
2. Az összeköttetés terén:
- nem rendelkeztek vezetékes eszközökkel, illetve
 - a vadászrepülőgépeken nincs rádió, ezért ezek sürgős beszerelése szükséges.
3. A parancsnokságok, csapatok szervezete, létszáma:
- a földi alakulatoknál szükséges rendszeresíteni repülő-összekötő tisztí beosztást;
 - a szakemberhiányt fokozta, hogy sok kiképzett szakembert a hadiüzemek kérésére felmentettek;
 - a hajózószemélyzetet már békében hadiállományban kell tartani, mert a tartalékosok utánképzése, gyakorlatban tartása nem megfelelő.
4. Rendszeresített anyagok:
- a repülőcsoport-parancsnoksághoz egy szállítórepülő-rajt kell rendszeresíteni;
 - a repülőcsoport- és a hadtest repülő-parancsnokságokon két-két; a repülőezred-, -osztály- és -századparancsnokságokon egy-egy Fieseler Fi 156 Storch, valamint minden hadtest repülő-parancsnokságon egy-egy Focke-Wulf Fw 58 futárrepülőgép rendszeresítendő;
 - a WM-21 Súlyom közelfelderítő repülőgép rövid repülési idővel, kis működési sugárral és sebességgel, valamint igen rossz repülési tulajdonsággal rendelkezik, ezért háborús feladatok ellátására alkalmatlan,

5. ábra. Fieseler Fi 156 Storch finn felségjellel és Focke-Wulf Fw 58 Weihe futárrepülőgép magyar felségjellel¹⁵



ezek miatt veszített a III. közelfelderítő század öt halottát és három repülőgépet. Ezért javasolja a légierő parancsnoka, hogy amíg nem biztosítható megfelelő repülőgéptípus, addig a mozgósítás elrendelésekor a meglévő Heinkel He 46-osokat alkalmazzák, de ezt is előzze meg alkalmassági és üzemképességi felülvizsgálatuk. (A jelentés nem foglalkozott a Heinkel He 70 távfelderítő repülőgéppel, mert a század viszonylag gyorsan elvesztette gépállományát, így 1941 második felében érdemben már nem tevékenykedett, hanem készült a He 111 típus fogadására – Sz. M.);

- a Caproni Ca-135-ös bombázó-repülőgépek még a „csökkentett kívánalmaknak is csak szükségképpen” feleltek meg, ezért ki kell vonni az I. vonalbeli harci repülőgépek sorából;
 - csak fémszerkezetű repülőgépeket szabad a jövőben rendszeresíteni, tekintettel a szabadban való tárolásukra, valamint a légi harcban való gyúlékonyságra;
 - a repülőgépek legérzékenyebb részeit (pilótaülés, üzemanyagtartály) páncélozni kell, illetve a szélvédőket és az ablakokat cserélnék ki ún. páncélüvegekre;
 - a Breda-géppuskák alapvetően jól működtek, csak a lőszerhevederek „megnyúlása” okozott sok gondot. Emellett – mivel „a szovjet vadászok részben gá-val (gépágyúval – Sz. M.) is fel voltak szerelve” –, javasolták hasonlóak rendszeresítését a magyar vadászrepülőgépeken is;
 - a közelfelderítő századoknál rendszeresített R/11 és R/11a rádiókészülékek bonyolultak, nem üzembiztosak.
5. Erkölcsi tényezők:
- az otthonról kapott levelek tele vannak panasszal, valamint
 - az is feszültséget indukált, hogy a német katonák magasabb zsoldot és jobb ellátást kapnak.
6. Együttműködés a földi csapatokkal:
- a „békeidőkből” nincs megfelelő tapasztalat;
 - a földi csapatok – megfelelő eszközök hiányában – nem jelezték első vonalukat;
 - a szárazföldi erők érdekében végzett felderítési adatokat – ledobóhelyek hiányában – csak a leszállás után adhatták ki;
 - késve igényelték légi támogatást.
7. Harci tapasztalatok:
- az I-16 Rata vadászrepülőgép a FIAT Cr-42-esnél gyorsabb, így gyorsan kivonhatja magát a légi harcból, viszont a Cr-42 kiváló fordulékonságú. (A jelentés nem említette, de a pilóták visszaemlékezéseiben annál gyakrabban szerepelt az az „irigykedő” mondat, hogy: „Erős páncél van a gép alján és a pilóta mögött is.” – Sz. M.) Ugyanakkor – más vonatkozásban – a jelentés szintén foglalkozott ezzel a kérdéssel: ez az erős páncélozottság tette lehetővé, hogy sokszor 15-20 gépes kötelékekben, alacsonyan támadják a magyar csapatok éleit, anélkül, hogy veszteségeket szenvedtek volna a földi elhárító tűztől;
 - a Reggiane Re-2000 Falco-1 (az iratban már „megelőlegezték” a majdani magyar gyártmányúak Héja elnevezését – Sz. M.) kísérleti raj megítélése pozitív volt: „A típus hadialkalmazásra jól bevált. A hdm-ek (hadműveletek – Sz. M.) alatt ki lett próbálva mindazon alkalmazásban, melynek végrehajtása a vadász-kötelékek feladata. A kapott feladatokat minden egyes esetben igen jó eredménnyel oldotta meg. Ehhez hozzájárult a típus korszerű sebessége, igen jó fordulékonsága és jó emelkedőképessége.” következtében.





6. ábra. I-16 Rata szovjet és a Magyar Királyi Légierőben is alkalmazott FIAT Cr-42 vadászpilóta¹⁶

Mint látható, a Légierő Parancsnokság gyors és alapos „kiértékeléssel” igyekezett megfelelő alapokat teremteni a további harcok jobb feltételeinek biztosítása érdekében. Ebben a Vezérkar 1. (hadműveleti) osztály is partner volt, mivel véleményében – egyebek mellet – rögzítette, hogy a

hajózási személyzetnek már békében hadi állományra feltöltésére vonatkozó javaslat olyan elvi jelentőséggel bír, hogy a vezérkarfőnök hasonló értelmű döntése után az 1942/43. szervezési évre vonatkozó vezérkarfőnöki követelmények közé felveszi.

JEGYZETEK

- 1 Az első, hivatalos jelentést, ami nagyon korrektül „ismeretlen felségjelű” repülőgépekről szólt, a háborús propaganda órákon belül átváltoztatta szovjet orvátmadásra, majd az ezt követő évtizedekben sorra jelentek meg a „szlovák”, a „német-magyar”, illetve a „román verziók” – politikai-ideológiai „megrendelésre”, amelyek mindegyike tartalmazott érdekes adalékokat, de egyik sem volt képes *egyértelműen bizonyítani* az elkövetők kiletét;
- 2 Dr. Ölvédi Ignác, Dr. Száva Péter. *A második világháború képei* I. kötet, 2. átd. kiad., 153. p. Bp.: Európa Könyvkiadó, 1975;
- 3 A veszprémi 4/II. bombázórepülő-osztály 16 db Junkers Ju 86 K-2 és a debreceni 3/5. bombázószázad 8 db Caproni Ca-135-ös repülőgépe. Az egyik kísérő vadászpilóta visszaemlékezése szerint: „Mi csodálkoztunk, honnan szedtek össze ennyit.” (Nyemecz Pál rep. zls. nyilatkozata – a szerző birtokában.);
- 4 M. Szabó Miklós: *A Magyar Királyi Honvéd Légierő 1938–1945*. Bp.: Zrínyi Kiadó, 1999. 302. és 301. p.;
- 5 Hadtörténelmi Levéltár Vezérkarfőnökség Elnöki (HL Vkf. Eln.) 1941/5612;
- 6 Orosz Béla: *A magyar légierők teljesítményei a Kárpátoktól a Dnyeperig (Hadinapló)*, Budapest: A Vitézi rend Zrínyi csoportja, 1942. 7. p.;
- 7 https://www.google.com/search?q=WM-21+S%C3%B3lyom&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=VIFY8I8q8X1x9M%253A%252C5wOdeTe-9nm6vM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kR3loVgy_CrTg_T6UUA7SO_j0dv8SQ&sa=X&ved=2ahUKEwuh9bkzNfjAhWItIsKHat0AMoQ9QEWAnoECAUQCQ#imgsrc=ngLIFzOiKTxNiM:&vet=1;
- 8 Munson, Kenneth: *Die Weltkrieg II – Flugzeuge*. Stuttgart: Motorbuch Verlag, 1972, 366. p.;
- 9 HL Vkf. Eln. 1. – 1942/4338 C. rész;
- 10 Mint látni fogjuk, az intézkedésben gyalogsági kiképzést is elrendeltek a hajózási állomány számára, ami hatalmas felzúdulást váltott ki az érintettekben. Így vált a légierő vezérkar kiképzési osztályvezetője, Balássy Miklós rep. vk. őrnagy a légierő legnépszerűtlenebb tisztjévé. Ez a kellemetlen „státusz” 1943. január második feléig „élt”, amikor is a szovjet harcokcsierők urív-scsucsjei hídfőkből indított hatalmas bekerítő hadművelete során repülőkatónaknak kellett védeniük nagy páncéloskötélésekkel szemben az alekszejevkai repülőteret. Elkeseredett harc után – amikor már tarthatatlanná vált a helyzetük – kitörték, majd megint bekerítésben harcoltak, ismét kitörték, s ismétlődött ez mindaddig, míg nem csatlakozhattak a főerőkhöz. Ennek ellenére, a repülődandár vesztesége 1943. januárban „mindössze” 36 halott, 46 eltűnt, 7 beteg, 56 sebesült és 32 fagyserült volt. Ekkor jöttek rá sokan, mit köszönhetnek Balássy rep. vk. őrgy-nak;
- 11 HL Repülő Alakulatok (RA) 37. doboz (d.) 63100/el. Le. I. – 1941;
- 12 A vakrepülésre többségében kiképzetlen állomány a – többségében – vakrepülőműszerek nélküli repülőgépekkel több esetben ütköztek felhőben, rossz látási viszonyok között a Kárpátok magasabb csúcsainak;
- 13 Kanadai Magyar Szárnyak archívuma;
- 14 HL Honvédelmi Minisztérium (HM) Eln. Vkf-1. 1942/4338;
- 15 Munson, Kenneth: *A II. világháború repülőgépei*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1994 99. o., valamint http://www.repulomuzeum.hu/Adomanyok/HidvegiZoltan/HZ_2/HidvegiZoltan_2.htm
- 16 https://en.wikipedia.org/wiki/Polikarpov_I-16, valamint https://en.wikipedia.org/wiki/Fiat_CR.42

(Fotók a szerző gyűjteményéből.)

Olvasóink figyelmébe!

Az elmúlt több mint 50 év **HADITECHNIKA** lapszámai elérhetők a Magyar Tudományos Akadémia REAL-J repozitóriumában:
<http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html>

Farkas Zoltán*

Lánc talpas futóművek

VII. rész

FUTÓGÖRGÖK

Futógörgőnek nevezzük azokat a görgőket, amelyek a lánc talpon keresztül viselik és mozgatják a harckocsi teljes súlyát a talajon. Ezek biztosítják a harckocsi mozgási ellenállás csökkentését a lánc talpon keresztül.

A FUTÓGÖRGÖKKEL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK ÉS AZOK MEGVALÓSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

A harckocsi-futógörgőket a következő mutatók szerint értékelik:

1. A futógörgő-lengések minimálisra csökkentése a lánc on, a futógörgő átmérőjének, deformációjának csökkentése, gazdaságos gördülő csapágyak és az előírt kenőanyagok alkalmazása. A görgők oldalpáncélhoz viszonyított vonalba állításának szigorú betartása.

2. A futógörgők folyamatos üzemképességének biztosítása hosszú időszakra szolgáló technikai kiszolgálással és a különböző előírások betartásával. A követelményeknek megfelelő görgő típus kiválasztása, az optimális görgőátmérő, valamint az egyenletes elosztás és sűrűség meghatározása, az engedélyezett terhelés betartása, valamint minőségi rugózási rendszer. Ezek alól kivételt képeznek a kísérleti és próba futóművek.

A peremes, karimás kivitelű futógörgőkkel szemben támasztott további követelmény a folyamatos kenés és megbízható védelem kialakítása a homok, a föld és egyéb szennyező anyagok ellen, a leghosszabb élettartamú csapágyak alkalmazásával, amelyek az állandó terhelés mellett meghibásodás nélkül elviselik a hirtelen lökészerű ütéseket, lökéseket. Ez utóbbi különösen nagy terhelést jelent a ferde láncágnál, azon belül is a gumi-fémcsuklós lánc tagoknál.

A futógörgők megbízható munkája függ a gumibroncs optimális szélességétől és átmérőjétől, ki kell választani a megfelelő fajtájú és minőségű gumit és megbízható kötést kell létrehozni a futógörgő fémbroncsához. A jobb kötést érdekében a fémbroncsot ék alakú bordázattal látják el. A futógörgők nagy mechanikus és termikus terhelése miatt a gumibroncs leválhat. A gumibroncs középső részénél egyenletes elosztású terhelést kell biztosítani és megfelelő védelem szükséges a meghibásodott lánc tag-tarajok ellen. Ugyancsak fontos szempont a magas futási teljesítmény, valamint a meghibásodott futógörgő csapágyak és görgők gyors cseréjének biztosítása. A görgő fémbroncsa sérülékeny és folyamatosan biztosítani kell a lánc talpon történő „sima” járását, amely szoros összefüggésben áll a lánc talp üzemelésével, élettartamával.

3. A lánc talpról a futógörgőre átható lökések és ütések csillapítása a zaj csökkentése érdekében. Ennél a követelménynél előnyben kell részesíteni a gumi futófelülettel bevont broncsokat vagy szélsőséges esetben nagymértékű lengéscsillapítást kell kialakítani.

4. A teljesen fémszerkezetű görgők sajátossága a kis súly, ugyanakkor figyelmet érdemel, hogy a lánc talpról érkező ütésszerű terhelések meghibásodásokat okozhatnak. A görgők lengőtömege fajlagosan a harckocsi tömegének 4-7%-a. Törekedni kell a csökkentett súlyú görgő típusok kiválasztására. A kisebb átmérőjű, könnyű, zárt fémszerkezetű görgők előnyösebbek. Ilyen megoldások lehetnek a könnyű alumíniumból, magnéziumból gumi futófelülettel, kerékaggyal, tárcsával készült futógörgők. Törekedni kell arra, hogy a tervező minden alkatrész csökkentését alapvetően a fémek csökkentésével, a fém nélküli megbízható és hosszú élettartamú futógörgők alkalmazásával érje el.

A görgős futómű előnyei:

- a lánc talp felső ága a rugózott tömeghez tartozik;
- a lánc meghajtó kerék és lánc vezető (feszítő) kerék elhelyezési magassága és átmérője változtatható;
- nagyobb rugóút valósítható meg.

Kis futógörgő átmérőnél:

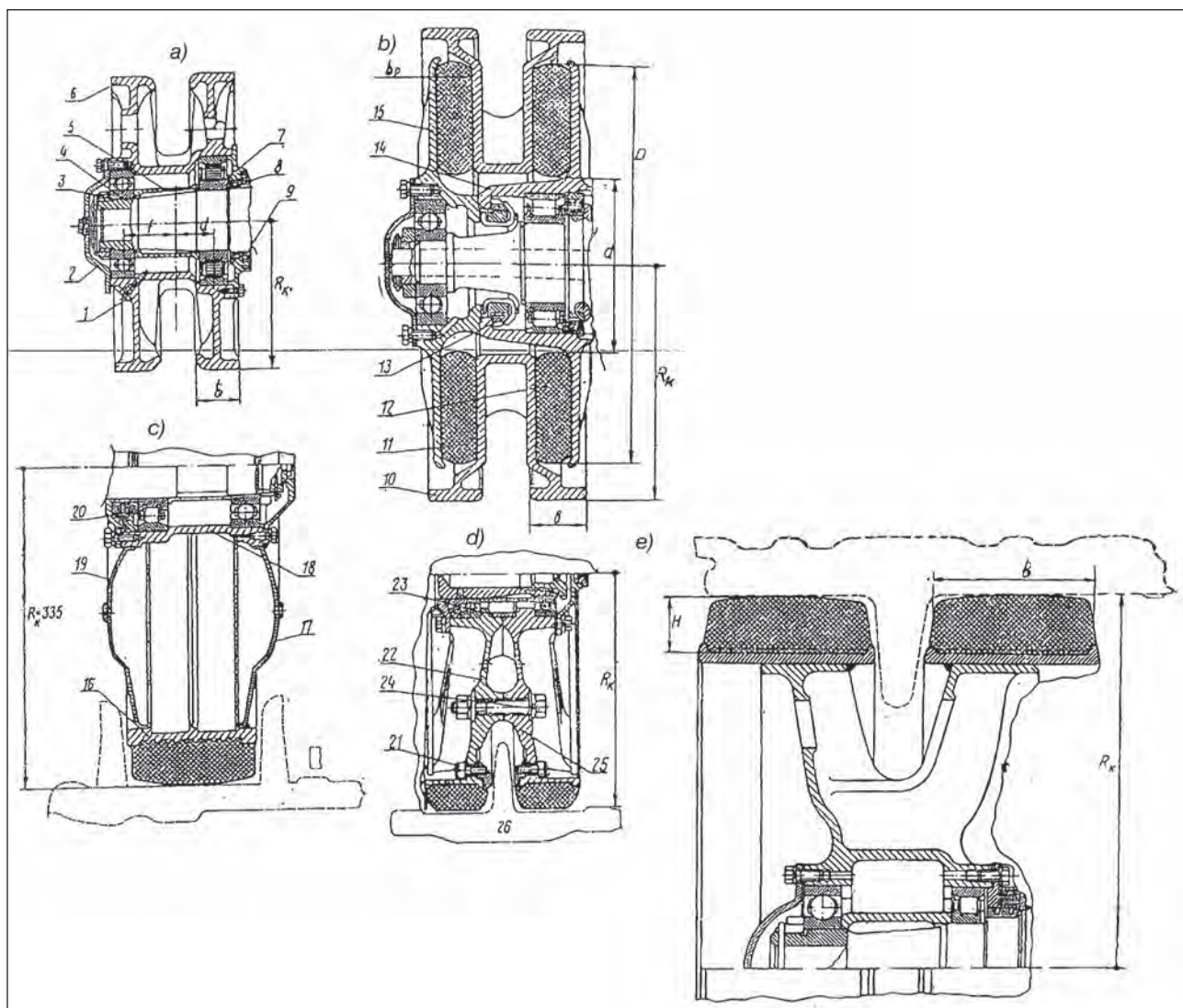
- kisebb a rugózatlan tömeg;
- a görgők tárcsáinak kisebb a hajlító igénybevétele az oldalirányú erők ébredésénél;
- kisebb a helyigény (alkatrész, szállítás);
- kisebb a fenntartási munkaigény;
- több futógörgő jut egységnyi felületre, ezért kisebb lesz a görgők (csapágyak, gumibroncs, rugók) terhelése;
- egyenletesebb a súlyelosztás;
- egy-két futógörgő kiesése könnyebben elviselhető.

A FUTÓGÖRGÖK OSZTÁLYOZÁSA, SZERKEZETI KIALAKÍTÁSA, ÖSSZEHASONLÍTÁSUK, JELLEMZŐIK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A 71. ábrán (a) a teljesen fém- (acél-) szerkezetű futógörgő látható, amelyeket jellemzően a nehéz harckocsiknál használtak. A futógörgő golyós és hengergörgős csapágyakon forog, a páncéltest felőli oldalon simmering és labirint tömítést alkalmaznak a kenőanyag megtartására és a szennyező anyagok bejutásának megakadályozására. Az ilyen kialakítású futógörgőknek – mivel öntéssel készülnek – nagy a rugalmatlanságuk, ezért csillapítani kell a lánc talpról a gördülőcsapágyakat érő dinamikus ütéseket és lökéseket, illetve csökkenteni a harckocsi mozgásából adódó zajt. Az említett hiányosságok miatt a korszerű, gyorsjáratú harckocsik esetében az acélszerkezetű futógörgőt kevésbé alkalmazzák. Az alkatrész jellemzője a kis fajlagos tömeg; a harckocsi tömegének mintegy 4%-át teszi ki.

A 71. ábrán (b) a belső csillapítású futógörgő felépítése látható. A belső csillapítású görgők jellemzője, hogy a több részből álló kerékagy közepén kapcsolódnak össze, és a külső és belső tárcsa összeszorítja a felragasztott vagy vulkanizált két gumigyűrűt. A futógörgő öt alkatrészéből (két tárcsa, két gumigyűrű, futógörgő broncs) adja a rugó-

* Nyá. mk. alezredes, a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia óraadó tanára 1990–1995 között. ORCID: 0000-0002-5680-0822



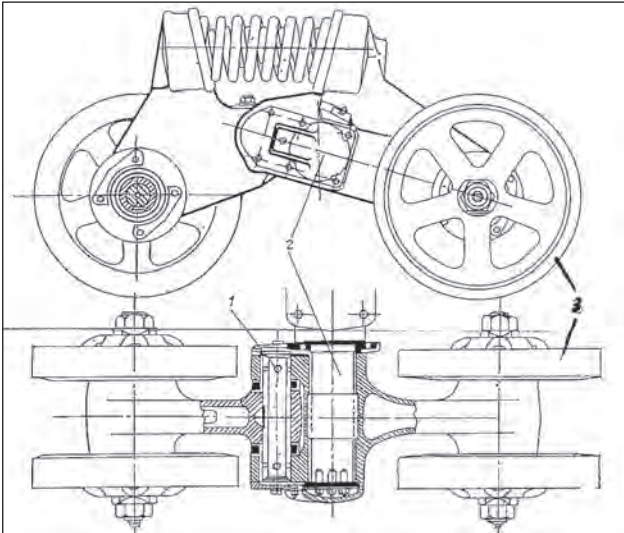
71. ábra. Harckocsi futógörgő típusok

a – teljesen fémszerkezetű, 1 – feltöltőfurat záró csavar, 2 – záró(páncél) fedél, 3 – csavar, 4 – tengely, 5 – távtartó hüvely, 6 – öntvény futógörgő, 7 – háztömítés, 8 – gumi simmering tömítés, 9 – labirint tömítés, b – belső csillapítású, 10 – futógörgő abrasz (futófelület, 11, 12 gumigyűrű, 13 – anya, 14, 15 – belső és külső tárcsa, D – gumicsillapítók külső átmérője, d – gumicsillapítók belső átmérője, b_p – gumi csillapító szélessége, c – hegesztett szerkezetű futógörgő, 16 – gumi futófelületű abrasz, 17, 19 – külső és belső tárcsa, 18 – kerék agy, 20 – kombinált tömítés, d – könnyű alumínium öntvény vagy magnézium ötvözetű 21 – gumi rögzítő csavar, 22, 25 belső és külső tárcsa a rögzítéssel, 23 – központozó csavar, 24 – összekötő csavar, 26 – fém láncaltp, R_k – futó-görgő sugara, e – nagy méretű külső gumibroncsozású H – a vulkanizált gumi futófelület vastagsága, b – a gumibroncs szélessége

zási teljesítményt, ahol a tengelyirányú nyomóerő nagysága 20-30 t. A gumigyűrűket nagy erővel vulkanizálják a tárcsákra, és a futógörgő-abrasz tárcsájára ható nagy összeszorító erő a gumigyűrűket deformálja. Tengelyirányú feszültség keletkezik és ez az erő, valamint a deformáció megőrzi a tárcsák közötti, előre kiszámított távolságot és csavarokkal összeszorítják a kétrészes kerékagyat. Sík felületen a gumigyűrűk összeszorító ereje arányos, a nyomóerővel felragasztott vagy vulkanizált tárcsák a gumigyűrűkkel viselik a harckocsi tömegét és átadják a futófelületnek, amely a kerékagy sérülése nélkül csillapítja a talajról a láncaltpon keresztül érkező ütések. A gumigyűrű rugalmas alakváltozása, elmozdulása nem sokat csillapít, ezért a láncról érkező lökések és ütések átadódnak a futógörgő csapágyaknak. A teljes fémszerkezetű futógörgőkhöz képest itt a munkafeltételek jobbak, de a láncaltpól érkező dinamikus hatásokat csökkenteni kell a csapágyak tökéletesítése mellett. Hiányossága abban áll, hogy több össze-

tevőjű a gyártás (görgők, gumigyűrűk) és összeszerelés, nagy tömegű az alkatrészgyártás a belsőcsillapítású görgőkhöz, amelyek 5-6%-kal növelik a futógörgők viszonylagos súlyát. Ezeket a görgő típusokat a szovjet KV-kon (KV – Kliment Vorosilov nehéz harckocsi), a T-64-eseken, a német nehéz harckocsikon és a Ferdinánd önjáró lövegeken alkalmazták.

A 71. ábra (c) hegesztett szerkezetű futógörgőt ábrázol. Ezt a görgő típust könnyű, rendszerint úszásra is képes harcjárműveken alkalmazzák. Ilyen eszköz pl. a PT-76-os könnyű úszó harckocsi és annak alvázán kialakított harcjárművek, a BMP (БМП – Боевая машина пехоты – gyalogsági harcjármű), MT-LB (МТ-ЛБ – Многоцелевой Тягач Легкий Бронированный – többcélú könnyű páncélozott vontató) járműcsalád. A futógörgő két acéltárcsával készült, amelyre hegesztéssel rögzítik a tömör gumi felületű acélabraszot. A futógörgő kialakítása elősegíti a harckocsi úszóképességét, mivel a tárcsák hermetikusan zárt



72. ábra. Csavarrugós himbakocsiban elhelyezett, kis méretű, acél futófelületű futógörgők
1 – segédcsap, 2 – főcsap, 3 – futógörgő

rendszerűek, könnyűek, de nagy szilárdságúak. A csapágyakhoz és a futógörgő tengelyéhez a folyadék bejutását a labirint és simmering tömítés akadályozza meg.

A 71. ábra (d) vázlaton egy könnyű alumíniumból vagy magnézium ötvözetből készült, két részből, csavarokkal összefogott és rögzített futógörgő látható. A két tömör gumival ellátott abroncsot csavarokkal rögzítik a tárcsákhoz. A konstrukció nagy előnye az egyszerű szerkezeti kialakítás, a könnyű súly és az, hogy nem korrodálnak.

A 71. ábra (e) vázlaton a nagy méretű, kettős futófelületű, tömör gumival abroncsozású futógörgő látható. A futógörgő tárcsája rendkívül szilárd öntött acélból készül. A tömör gumival ellátott abroncsot hegesztéssel rögzítik a tárcsához. Az abroncs ék alakú bordázatával vulkanizáláskor hozzájárul a tömör gumival jó tapadásához, biztosítva ezzel, hogy a fordulatoknál fellépő oldalirányú erők ne szakítsák le az abroncsról. A Z tengelyhez a szennyeződések bejutását labirint és simmering tömítés akadályozza meg.



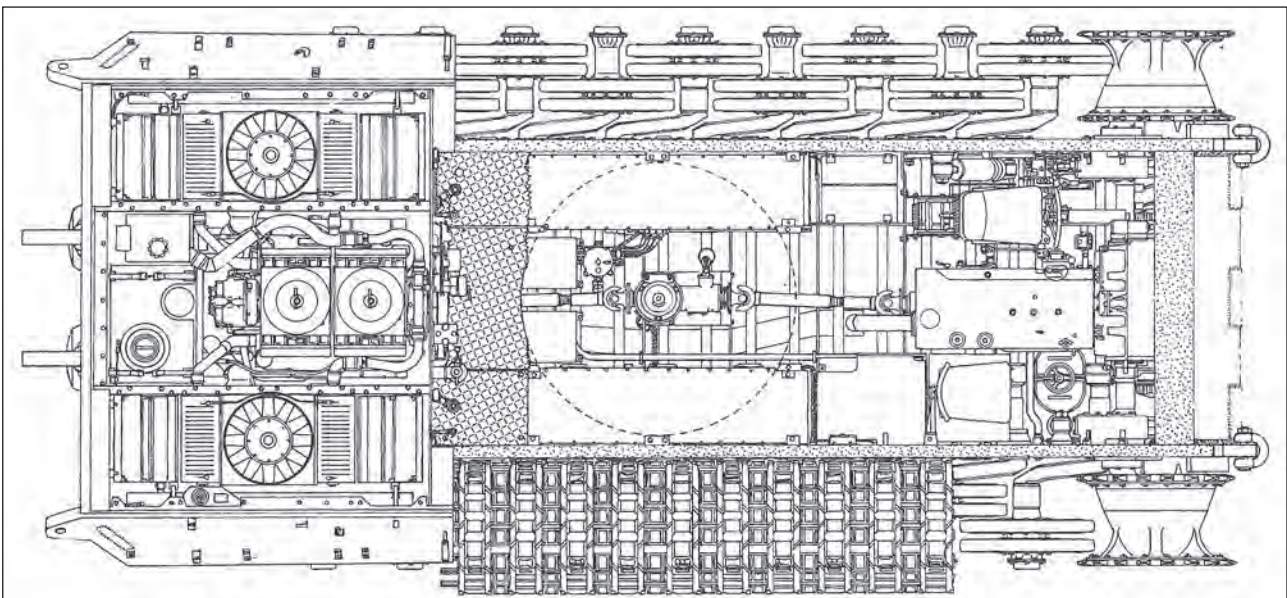
74. ábra. Átlapoló futógörgők a Königstiger Sd. Kfz. 182 típusú harckocsin

Az öt különböző típusú futógörgőnél látható, hogy az egy futófelülettel kialakított görgő kétsoros tarajjal készült láncok között fut, míg a kettős futófelületű görgők – függetlenül attól, hogy fém vagy tömör gumival futófelülettel rendelkeznek – egy tarajos láncsal működnek. Mindkét esetben a görgők megvezetik a láncot, illetve biztosítják, hogy a görgők ne lépjenek ki a láncból. Az a) és b) vázlaton látható görgők fémfutó felületük miatt zajosabb üzeműek. A külső tömör gumival abroncsozással készült görgőkonstrukció már az 1930-as években megjelent és a szovjet harckocsi típusok, mint pl. T-34-es, T-54-es, T-55-ös és az erre az alvázra épített harcjárművek jellemzőjévé vált. A görgők nagyságának csökkentése, a lökészszerű terhelések felvétele javítja a görgőcsapágyak munkafeltételeit, csökkenti a láncalaptól átadott dinamikus terhelést, a zajszintet. Mivel a görgőket működésük során az eszköz súlyának hordozásán túl, sugár- és tengelyirányú erők is terhelik, ezért a csapágyazásuk szinte minden esetben gölyös, és hengergörgős csapágyazással készült.

Az átlapoló futógörgők alkalmazásánál a tervezők arra törekedtek, hogy a láncok egyenletes terhelést kapjanak, így a talaj és a láncalappal közötti kapcsolat is egyenletesebb terhelést biztosítson a láncaltnak.

Az átlapoló futóműveket a jellemzően a német Panther és Tiger harckocsik különböző változatainál alkalmazták, to-

73. ábra. Átlapoló futógörgők és a torziós tengelyek felülnézeti rajza



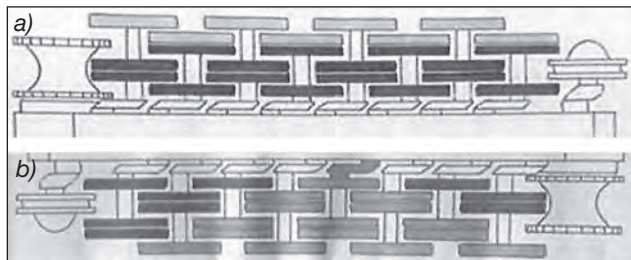
vábbá az Sd.Kfz 250-es, féllánctalpas eszközeinél. Ezeket a futóműveket a Henschel cég tervezte, gyártotta. A harckocsiknál az első kísérleteket a VK3001-es és VK3601-es harckocsi mintapéldányokon tesztelték. Az elkészített konstrukciók hasonlítottak a PzKpfw IV harckocsinál alkalmazott rendszerhez, ahol mindkét oldalon 7-7 átlapolt futógörgőt helyeztek el a torziós tengelyeken. Ezekon kívül három visszafutó görgővel is rendelkezett. A Tigereknél már a korábbi tapasztalatokat figyelembe véve oldalanként nyolc átlapolt futógörgőt helyeztek el. Mivel a görgők méretét is 800 mm-re növelték, így nem volt szükség a 3 darab tartógörgő alkalmazására. Az első időszakban a futógörgők 75 mm magasságú gumi futófelülettel készültek de, később e helyett belső rugózású (csillapítású), fém futófelületű futógörgőkkel szerelték a harckocsikat. A fém futófelületű görgők alkalmazása után, a szállítás miatt kényszerűségből leszerelt oldalankénti 4-4 futógörgőt nem szerelték vissza. Ennek következménye az lett, hogy a lánctagokra jutó terhelés ugyan megnövekedett, de a futómű üzembiztonságát minden körülmények között megnövelte. A fajlagos talajnyomás értéke a nagy méretű görgők alkalmazásával $1,43 \text{ kg/cm}^2$ volt, de így sem érték el a T-34-es harckocsi $0,64 \text{ kg/cm}^2$ értékét.

A Tiger Ausf. H típust kétfajta lánctalppal látták el. Az egyik a harci alkalmazáshoz rendszeresített 725 mm-es (marschketten) változat volt, míg a vasúti szállításhoz az 520 mm-es (verladeketten) láncot kellett felszerelni. Ehhez a négy külső futógörgőt – amelyeknek a szerelése nehézkes volt – le kellett szerelni. Az átlapolt görgők terepfutása kiváló volt, de a beragadt sár bekeményedése, befagyása esetén a jármű ideiglenes mozdulatlanságra volt ítélve, több esetben a láncok túlterhelése miatt bekövetkezett a láncszakadás. A Königstiger harckocsinál ezt a hibát úgy



75. ábra. PzKpfw VI (Tiger I) Ausf. H nehéz harckocsi a szállítási lánctalppal, előtte a szélesebb, harctéren alkalmazott lánctalpak

76. ábra. Átlapolt futógörgők szerelése (a és b jelű ábrák)



77. ábra. A Jagdtiger (Sd.Kfz. 186) átlapolt görgőkkel

küszöbölték ki, hogy a futógörgők átfedését meghagyták, de az átlapolást megszüntették. Itt is kétféle méretű láncot alkalmaztak, szállításhoz a 660 mm-es, míg harci alkalmazás esetén a 800 (850) mm-es változatot.

A 68 tonnás harckocsi mozgatásához készített futómű az erőátvitelhez hasonlóan gyengének bizonyult, amit azzal igyekeztek ellensúlyozni, hogy a harcászati szabályzatban meghatározták, hogy minden 10 km megtétele után a mechanikus berendezéseket, így a futóművet is ellenőrizni kell. A széles lánc alkalmazásával $1,07 \text{ kg/cm}^2$ fajlagos talajnyomást értek el. A lánctagok két tarajosak voltak. A belső tarajok a belső, a külső tarajok a külső futógörgők tárcsái között futottak, így biztosítva a lánctalp megvezetését.

Az átlapolt futógörgők alkalmazása egyenletesebb súlyelosztást jelentett a lánctalpon és egyenletesebb talajterhelést eredményezett.

A Tiger harckocsik vasúti szállításánál – ahogy ezt a lánctalpnál már említettük – előírták, hogy a 16 külső futógörgőt le kell szerelni. Ez a művelet nagyon sok időt és munkát jelentett, késleltette a harckocsi harcra vetését. A 76/a jelű ábrán az egy oldalon leszerelni szükséges futógörgők (világos színűek) láthatók, és az is látszik, hogy a fent maradó futógörgők síkja a láncmeghajtó kerék és feszítő kerék síkjában van.

A 76/b jelű ábrán látható a meghibásodott legbelső (negyedik) futógörgő – „Z” tengely, torziós tengely – szerelése nehéz feladat, időigényes munka, mivel 14 futógörgőt kell leszerelni a sérült alkatrész javításához vagy cseréjéhez.

Az 77. ábrán látható két futómű eltérő kialakítású, mivel az előtérben lévőnél az első futógörgő a lánc külső részén fut, míg a mögöttes önjáró lövegnél az első futógörgő a

78. ábra. A német SdKfz mintája nyomán épült svéd M43 tüzérségi vontató. Jól látható a féllánctalpas elrendezés és az átlapolt görgős futómű



lántalp belső felén helyezkedik el. Az előtérben lévő eszköznel a két futógörgő közötti „csonkok” a belső futógörgők zsirozására szolgálnak, amelyekről a négy darab külső futógörgőt leszerelték.

Az átlapolat futógörgős megoldásokat nemcsak a harckocsik, hanem a féllántalpas eszközök esetében is alkalmazta mind a német, mind az amerikai hadsereg. A Magyar Királyi Honvédségben is történt alkalmazási kísérlet a féllántalpas Hofherr HSCS KVL-50 típusú 37M könnyű tüzérségi vontatonál.

TARTÓ- VAGY TÁMASZTÓ GÖRGÖK

A tartógörgők feladata a felső láncág megtartása, vezetése, a legkisebb mértékűre csökkentve annak belengését, hullámzását a nagy sebességű járműveknél.

Alkalmazásukra akkor kerül sor, ha a futógörgők nem nagy átmérőjűek, és emiatt nem fekszenek fel azok tetejére, nem vezetik meg a láncot.

Támasztó vagy tartógörgőket alkalmaznak a gyorsjáratú eszközökön, ezzel csökkentve a dinamikus terhelés nagyságát a mozgó láncon. Ez a technika javítja a működési feltételeket, kiküszöböli a lökéseket a páncéltest láncaltp feletti vízszintes oldallemelésén. Az elvárások teljesítéséhez pontosan meg kell határozni a görgők számát, elosztását, kialakításuk fontos feltétele az állíthatóság, a hosszú élettartamú csapágyak, és hogy szilárd tartók legyenek az oldalpáncélon, mivel a felső láncág terhelése tartógörgőnként eléri az 500-700 kg-os terhelést. A tartógörgők terhelése kimutathatóan a láncaltp függőleges gyorsulásából adódik, lengéseket hoz létre, amely sokszor káros rezgéseket eredményez a páncéltesten.

A tartógörgőkkel szembeni követelményeket a következő elvek határozzák meg:

Törekedni kell a kis tömegű, kis átmérőjű tartógörgők kialakítására, a futógörgők dinamikus mozgásából adódó káros lengések kiküszöbölésére és a külső elhelyezésű lengéscsillapítók sebezhetőségének nehezítésére a harcmezőn. Csökkenteni kell a motor teljesítmény-vesztését a láncaltpas járószerkezet görgőinél alkalmazott gazdaságos gördülő csapágyakkal. Figyelembe kell venni a szerelési, beállítási lehetőségeket, az összes tartógörgő elhelyezését az oldalpáncélon, a láncmeghajtó kereket és a feszítőkereket a feszítő szerkezettel összhangban. A gumi futófelületű tartógörgők csendesebb üzemet is biztosítanak a láncaltpnak.

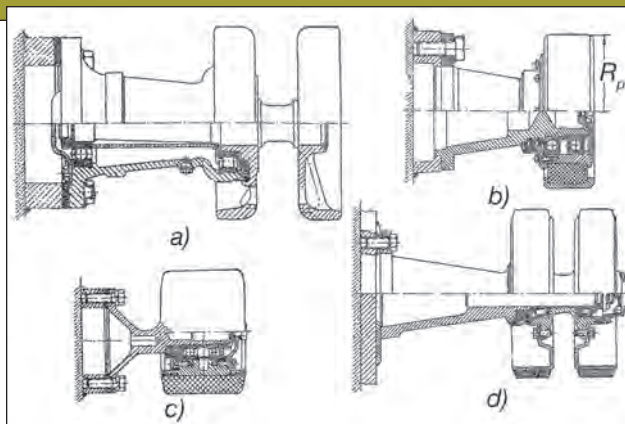
A tervezésüknél azonos alapelveket alkalmaznak, mint a futógörgőknél.

A 79. ábrán különböző típusú és felépítésű tartógörgők szerkezeti felépítése látható. Az a) ábrán egy kettős fém futófelületű könnyített kivitelű tartógörgő látható, ahol az oldalpáncél felől golyós, míg a láncág tarajokat közrefogó görgő külső részén hengergörgős csapágyazást alkalmaznak. A láncág tarajok a két futófelület között futnak. A tartógörgő háza és a görgő között tömítés található.

A b) ábrán látható tartógörgőt itt is, mint minden esetben csavarokkal rögzítik az oldalpáncélhoz. Az egy futófelületű belső gumicsillapítású tartógörgő kétsoros golyós-csapágyon fut, a görgő és a ház között simmering tömítést alkalmaznak. A külső futófelületet csavarokkal rögzítik a belső gyűrűhöz. A tartógörgő kialakítása hozzájárul a láncaltp mozgása közben kialakuló káros lengések csillapításához.

A c) ábrán egy könnyített kivitelű, tömör gumi felületű, két golyóscsapágyon futó tartógörgő látható. A tömör gumi futófelületet az abroncsra vulkanizálással erősítik fel.

A d) rajz, hasonlóan az a) ábrán látható tartógörgőhöz, kettős futófelületű, de tömör gumi futófelülettel ellátott tar-



79. ábra. Támasztó vagy tartógörgő típusok

a – kettős fém futófelületű, b – belső gumicsillapítású, c – egy futófelületű külső gumiborítású, d – kettős futófelületű külső gumiborítású, Rp – tartógörgő sugara

tógörgőt mutat. A tartógörgő csapágyazása két ferde hatásvonalú hengergörgős csapágygal történt, amely a nagy súlyú és igénybevételű láncaltpakhoz készül. Az a) és d) ábrán látható tartógörgők a közepén lévő egytarajos láncokhoz készültek. A b) és c) ábrán lévő tartógörgők a kéttarajos lánc tarajai között helyezkednek el.

(Folytatjuk)

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Polinszky Károly (szerk.). Műszaki lexikon 2. kötet. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1972.;
- Harckocsik és harckocscsapatok. Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó, 1982.;
- Конструкция и расчет танков. Москва: Издание Академии 1973.;
- Varga Vilmos. „Lántalpas traktorok járó- és kormány-szerkezete” *Agrofórum* 19. évf. 6. szám (2008).;
- Kovács házy Miklós. „A láncaltp, mint a harckocsi egyik legfontosabb alkotója.” *Hadmérnök* 4. évf., 2. szám (2009. június);
- Kovács házy Miklós. „A láncaltpas járószerkezet kialakítása.” *Hadmérnök* 4. évf., 3. szám (2009. szeptember);
- Varga A. József (szerk.): *A magyar harc- és gépjárműfejlesztések története*. Budapest: K.n., é.n.;
- Ian V. Hogg: *Guinness Fegyverenciklopédia*. Budapest: Zrínyi Kiadó, 1992.;
- A harckocsi fejlesztés 30 éve 1950-1980 I.-II.* A magyar Néphadsereg Páncélos- és Gépjármű-technikai Szolgálat Főnökség Kiadványa 1983.;
- Rotmisztróv, P.A.: *Az idő és a harckocsi*. Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó 1975.;
- Bovingtoni harckocsi múzeum képei;
- Теория и конструкция танков Министерства Обороны Москва: 1975.;
- Roger Ford. *A világ híres harckocsijai 1916-tól napjainkig*. Debrecen: Hajja és Fiai Könyvkiadó, 2003.;
- George Forty: *Tankok világenciklopédiája*. Budapest: Athenaeum 2000 Kiadó, 2006.;
- Полная энциклопедия танков мира 1915-2000 г.г. 1998
- Bársony Attila. „T28/T95 nehéz páncélvadász.” Letöltve: 2019.09.24.
- <https://www.masodikvh.hu/haditechnika/kiserleti-fegyverek/amerikai-kiserleti-fegyverek/1126-t28t95-szupernehez-harckocsi>;
- Jean Restayn: *Tiger I, Histoire and Collections*, 2007.;
- Scheibert, Horst. *Waffen.Arsenal Königstiger*. Podzun-Pallas-Verlag. 1991.

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)

Kimutatás a MH LK által 2019. évben tanúsított, újratanúsított, illetve megújító auditon megfeleltnek minősített, érvényes AQAP tanúsítvánnyal rendelkező szervezetekről

Rövidített cégnév	Tanúsítvány érvényessége
ABV TECHNIKA Kft.	2022.05.29.
Adorján-Tex Kft.	2020.04.26.
AEROTECHNIKA M & T Zrt.	2020.11.26.
A-Híd Zrt.	2020.01.19.
AN-RO Ruha Kft.	2021.06.21.
ANY Nyrt.	2019.11.02.
Artifex Szimulációs és Képzési Rendszerek Kft.	2022.02.10.
ASM SECURITY Kft.	2022.09.29.
ASSA ABLOY Opening Solutions Hungary Kft.	2021.06.07.
Asseco Magyarország Zrt.	2021.04.03.
A T C Aircom Kft.	2020.10.11.
AUTORAIL Kft.	2022.03.13.
Bálint Analitika Kft.	2020.03.23.
BARCS METÁL Kft.	2022.02.21.
B Consulting Kft.	2021.12.19.
BÉTA-MATIK Kft.	2021.05.08.
BHE Kft.	2020.11.07.
CARINEX Kft.	2020.10.19.
Central Container Kft.	2021.03.08.
CIVIL Zrt.	2021.08.23.
CRITERION Biztonsági Szolgáltatások Zrt.	2020.09.18.
CRITERION Biztonságtechnikai Zrt.	2020.09.18.
CSIZMARIK és társa Kft.	2022.03.20.
Datron ITS Zrt.	2022.03.28.
Datron Távközlési Zrt.	2022.04.09.
DBM Kft.	2021.04.08.
DEFCON Systems Kft.	2021.06.12.
DEFENSOR FEJLESZTŐ Kft.	2021.12.19.
DND TELECOM CENTER Kft.	2021.07.25.
DOBEXIN Kft.	2021.04.12.
ECO-TEC Kft.	2020.11.30.
Enterprise Communications Magyarország Kft.	2020.02.20.
ÉPKAR Zrt.	2020.06.18.
ERANDO Kft.	2020.09.19.
EUROKARDÁN Kft.	2021.06.05.
EUROTRONIK Zrt.	2021.01.09.
FELNI Kft.	2022.03.13.
FERCOM SYSTEMS Kft.	2021.04.19.
FÉSZ Zrt.	2021.10.18.
FETTI Kft.	2021.03.22.
Fővárosi Vízművek Zrt.	2021.12.04.
GAMMA Zrt.	2020.03.09.

Rövidített cégnév	Tanúsítvány érvényessége
GANZ KK Kft.	2022.04.09.
Gesztelyi Zrt.	2022.05.09.
GIA - Hungária Kft.	2021.05.31.
Ground Vehicle Systems Kft.	2022.06.03.
GYŐRVIV Kft.	2021.02.01.
H1 Systems Mérnöki Szolgáltatások Kft.	2020.07.20.
Harmónia 91 Kft.	2020.04.13.
Harris Corporation	2020.12.05.
HEDOTEL Kft.	2020.10.10.
Hídépítő Zrt.	2020.03.20.
HM ARMCOM Zrt.	2021.06.20.
HM ARZENÁL Zrt.	2020.05.30.
HM CURRUS Zrt.	2021.02.25.
HM EI Zrt.	2020.11.01.
Horoscoop Kft.	2020.03.13.
HTI Haditechnikai Intézet Kft.	2020.11.13.
HUBEL Kft.	2022.03.05.
IdomSoft Zrt.	2021.06.19.
INFÓ-SZOLG Kft.	2022.05.28.
IN-KAL Zrt.	2021.12.06.
INNOMATRIX SERVICES Kft.	2020.11.26.
INNOWEAR-TEX Kft.	2022.07.10.
INTEGRA Zrt.	2021.05.10.
INVITECH ICT Kft.	2021.12.19.
Ipoly Cipőgyár Kft.	2020.12.14.
iSRV Zrt.	2021.03.22.
Jánosik és Társai Kft.	2021.06.03.
JUSEC Kft.	2022.05.16.
KELET-ÚT Kft.	2022.04.23.
Kerényi 2005. Kft.	2021.05.10.
KÉSZ Építő Zrt.	2021.02.12.
KÉZMŰ Közhasznú Nonprofit Kft.	2021.01.21.
KLH-MASTERS Kft.	2021.04.16.
Kraft HD Zrt.	2020.01.05.
L B K-GLOVES Kft.	2020.07.26.
Lenár-Jagd Kft.	2020.10.09.
M + Z 2000 Kft.	2020.08.16.
MAGNUM Vadász és Hajós Kft.	2019.12.13.
Magyar Építő Zrt.	2022.06.14.
MAN Kft.	2021.04.19.
Market Építő Zrt.	2020.03.20.
MÁV Zrt. BIGVPB Őrzés-Védelem	2022.10.01.
MEGA-LOGISTIC Zrt.	2022.06.04.
Méretes Szabó Kft.	2021.07.18.

Rövidített cégnév	Tanúsítvány érvényessége
metALCOM Zrt.	2020.09.28.
MFT Metall-Form-Technik Kft.	2022.04.11.
MH Lé. Jü.	2021.09.14.
Milipol Zrt.	2020.10.09.
MilTech Haditechnikai és Informatikai Zrt.	2022.03.20.
MOBILBOX KFT.	2022.04.02.
MOSKITO Kft.	2021.06.14.
Multi Shoot Zrt.	2022.06.27.
NÁDOR Rendszerház Kft.	2021.07.19.
Online Zrt.	2021.05.09.
OPUS Kft.	2020.09.14.
OTT-ONE NyRt.	2021.03.22.
PETROL Kft.	2020.01.02.
PI-ER Technical Kft.	2022.03.07.
POLAR-STUDIÓ KFT.	2019.10.16.
POLARKISS Kft.	2021.06.19.
POWER SHIELD Zrt.	2020.09.28.
PRO PATRIA ELECTRONICS Kft.	2020.08.27.
Rába Jármű Kft.	2021.03.06.
RacioNet Zrt.	2020.05.17.
REINTEX Kft.	2022.04.25.
REXPRO Hungary Kft.	2021.04.11.
RODEN Kft.	2021.02.01.
ROHDE & SCHWARZ Hungária Kft.	2020.08.07.
RUAG Ammotec Magyarországi Zrt.	2020.06.11.
S&T Consulting Hungary Kft.	2020.02.15.
Safety Sector Kft.	2020.08.07.
SÁG-ÉPÍTŐ Zrt.	2020.03.23.
Schwarz Müller Kft.	2020.05.14.
SCORPIO Kft.	2021.04.19.
Secops Kft.	2021.05.27.

Rövidített cégnév	Tanúsítvány érvényessége
SECURUS HUNGARY Zrt.	2020.12.09.
Siemens Zrt.	2021.11.14.
SIGNÁL Telefonteknika Kft.	2022.04.14.
SkillDict Zrt.	2022.05.12.
Solar Kft.	2020.09.28.
Sonepar Magyarország Kft.	2020.05.17.
STRABAG Építőipari Zrt.	2020.07.30.
STRABAG-MML Kft.	2020.11.30.
Tactical Kft.	2021.05.21.
TEENS-TEXTIL Kft.	2021.07.01.
TEGE ELEKTRONIK Kft.	2021.10.01.
TELVILL Kft.	2021.10.01.
TOTALTEL Kft.	2021.01.21.
TRANZ-ORG Kft.	2021.10.04.
TSPC Kft.	2021.12.12.
T-Systems Magyarország Zrt.	2020.12.13.
TVT Vagyonvédelmi Zrt.	2020.07.20.
Uniformtextil Kft.	2021.01.21.
UNION PLUS Kft.	2021.02.14.
UVA-BER Kft.	2020.10.08.
VÉDELEM HOLDING Zrt.	2019.11.06.
VEKTOR Munkavédelmi Kft.	2022.08.29.
VER-BAU KFT.	2020.11.26.
VT-Rendszertechnika Kft.	2021.05.03.
VILL-KORR HUNGÁRIA Kft.	2021.03.22.
VIV Zrt.	2020.11.30.
WEST HUNGÁRIA BAU Kft.	2021.06.17.
XELESS Kft.	2022.07.10.
Z & Z Kft.	2021.10.04.
ZÁÉV Zrt.	2022.02.21.
ZALA ELEKTRO Kft.	2021.07.25.

* A táblázat a 2019. szeptember 30-i aktuális adatok alapján készült.

A Haditechnika folyóirat korábbi számai, valamint a Zrínyi Kiadó kiadványai megvásárolhatók:

A www.shop.hmzrinyi.hu webáruházban

A HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft. ügyfélszolgálatánál

II. ker. Bp. Fillér u. 14., illetve 1087 Bp. Kerepesi út 29/b (Nyitva: H.–P. 9–15 h)

A Haditechnika folyóirat korábbi számai megvásárolhatók:

A Lira Könyvruházban: Récsei Center, 1146 Bp. Istvánmezei út 6. (Tel: 411-1543)
és a Stúdió Könyvesboltban: 1138 Bp. Népfürdő u. 15/D (Tel: 359-1964)

Az ötvenharmadik évfolyam 2019. évi tartalomjegyzéke

Tanulmányok

Dr. Porkoláb Imre: Szervezeti innováció a Magyar Honvédségben: az ember-gép szimbiózis a stratégiaelméletek tükrében	1/2
Dr. Molnár László: Gyors működésű gyutacs-detonátor felépítésének modellezése	1/9
Dr. Hegedűs Ernő: Wass Huba magyar származású amerikai dandártábornok	1/15
Dr. Balajti István: Új kihívások a hazai légtérelenőrzésben	2/2
Dr. Molnár András: Gammadózis teljesítmény-eloszlási térkép készítése kis méretű drón alkalmazásával	2/8
Ocskay István – Végvári Zsolt: A hidrogén üzemanyagcellák katonai célú felhasználásának lehetőségei	2/14
Dr. Hajdú Ferenc: Búcsúszó	3/2
Dr. Balajti István: A XXI. századi radarrendszerekkel szemben támasztható elvárások	3/3
Bognár Eszter Katalin: A magyar határkerítés korszerűsítése felügyelet nélküli szenzorhálózatok alkalmazásával I. rész	3/9
Dr. Hegedűs Ernő: Beköszöntő	4/2
Gyarmati József: Az üzemfenntartás speciális katonai követelményei	4/3
Dr. Németh András – Dr. Hegedűs Ernő – Wippelhauser András – Simó Réka: A katonai alkalmazású terepi autonóm járművek fejlesztésének egyes kérdései I. rész	4/11
Bognár Eszter Katalin: A magyar határkerítés korszerűsítése felügyelet nélküli szenzorhálózatok alkalmazásával II. rész	4/17
Tábi Levente: Az üreges töltetek fejlődése, alkalmazásuk a XXI. századi IED-támadások során I. rész	4/23
Dr. Németh András – Dr. Hegedűs Ernő – Wippelhauser András – Simó Réka: A katonai alkalmazású terepi autonóm járművek fejlesztésének egyes kérdései II. rész	5/2
Bognár Eszter Katalin: A magyar határkerítés korszerűsítése felügyelet nélküli szenzorhálózatok alkalmazásával III. rész	5/8
Tábi Levente: Az üreges töltetek fejlődése, alkalmazásuk a XXI. századi IED-támadások során II. rész	5/11
Dr. Németh András – Pápics Patrik: Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre I. rész	5/15
Végvári Zsolt: A szuperkondenzátorok és katonai alkalmazhatóságuk	5/20
Dr. Németh András – Pápics Patrik: Mini UAV-rajok alkalmazásának lehetőségei, különös tekintettel a katonai célú igénybevételre II. rész	6/2
Vozsech István: A „Longest Kill 2017” matematikai elemzése I. rész	6/7

Nemzetközi haditechnikai szemle

Brányi Bence: Szemelvények a kiberhadviselés jelenéből III. rész	1/18
Sárhidai Gyula: A helikopter teher-UAV-tól a kínai AT200-as teherszállító robotrepülőgépig	1/22
Vincze Gyula: Török harckocsiveszteségek Észak-Szíriában	1/24

Szmolnik Laura: A nanotechnológia hatása a robotika és a katonai robotok fejlődésére	1/28
Kelecsényi István: Az amerikai légierő T-X szuperszonikus kiképző repülőgép programja	2/20
Vincze Gyula: A Bundeswehr különleges műveleti erőinek új standard gépkarabélyá, a HK416A7-es	2/27
Ott István Dániel: Argentín tengeralattjárók az Atlanti-óceánon I. rész	2/31
Zentay Péter: „Vitézek” a Vörös téren – Modern csapat szállítás I. rész	3/16
Vincze Gyula: KZO kis méretű, pilóta nélküli felderítő-célmegjelölő repülőgépes rendszer	3/25
Ott István Dániel: Argentín tengeralattjárók az Atlanti-óceánon II. rész	3/29
Zentay Péter – Gyarmati József: „Vitézek” a Vörös téren – Harckocsik és harckocsi támogatók II. rész	4/27
Vincze Gyula: Az osztrák hadsereg lecserélte előregedő csapatrádióit	4/32
Zsig Zoltán: Stryker harcjárműcsalád I. rész	4/35
Ott István Dániel: Argentín tengeralattjárók az Atlanti-óceánon III. rész	4/42
Zentay Péter: „Vitézek” a Vörös téren – Harckocsik és harckocsi támogatók III. rész	5/26
Zsig Zoltán: A Stryker harcjárműcsalád II. rész	5/30
Vincze Gyula: WiSPR intercom rendszert kapnak a Boxer páncélozott harcjárművek	5/35
Zsig Zoltán: Stryker harcjármű III. rész	6/12
Zentay Péter: „Vitézek” a Vörös téren – Harckocsik és harckocsi támogatók IV. rész	6/14
Laczkó Balázs: A szovjet Lira (NATO-kód: Alfa) osztályú atom-tengeralattjárók I. rész	6/21
Gávay György – Dr. Gyarmati József: Napjainkban alkalmazott kerek harcjárművek és fejlesztésük az elmúlt évtizedekben I. rész	6/28

Úrtechnika

Schuminszky Nándor: Verseny a Holdért. Az Apollo program – 50 év után II. rész	1/34
Ferencz Orsolya – Steinbach Péter – Lichtenberger János – Ferencz Csaba: Trabanttal a Föld körül	1/39
Szalai Sándor: A Szaturnuszot kutató Cassini-Huygens űrszondapáros	2/37
Végvári Zsolt: Kilopower – villamos erőmű a Marson I. rész	2/43
Schuminszky Nándor: Verseny a Holdért. Az Apollo program – 50 év után III. rész	3/33
Végvári Zsolt: Kilopower, villamos erőmű a Marson II. rész	3/39
Schuminszky Nándor: Verseny a Holdért – 50 év után IV. rész	4/47
Bárczy Pál – Bárczy Tamás – Szőke János: Hazai részvétel a Sentinel programban	4/54
Schuminszky Nándor: Verseny a Holdért – 50 év után V. rész – Miért veszített a Szovjetunió?	5/40
Dr. Both Előd – Schuminszky Nándor: A Szojuz űrhajó alternatívája I. rész	5/45
Horváth Attila: Kína űrfegyverkezési kísérletei I. rész	6/34
Dr. Both Előd – Schuminszky Nándor: A Szojuz űrhajó alternatívája II. rész	6/39

Hazai tükör

- Szatmári András: 7,62 mm-es AMP puszkagránátlövő gépkarabély II. rész
Dr. Hegedűs Ernő – Szivák Petra: Autonóm on- és offroad járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei
Vozsech István: 40×46 LV gránát rakéta-póthajtással – egy meg nem valósult fejlesztés I. rész
Vozsech István: 40×46 LV gránát rakéta-póthajtással – egy meg nem valósult fejlesztés II. rész
Vozsech István: 40×46 LV gránát rakéta-póthajtással – egy meg nem valósult fejlesztés III. rész
Kelecsényi István: A harcmezők „nagymacskaí” – a Leopard 2-es harckocsicsalád I. rész
Dr. Hegedűs Ernő – Szivák Petra: A jövő digitális katonája és kognitív képességei – beszámoló a Digital Soldier 2.0 nemzetközi konferenciáról
Dr. Hegedűs Ernő – Szivák Petra: Részletes beszámoló az „Autonóm on- és off-road járművek katonai alkalmazhatóságának lehetőségei” című tudományos konferenciáról – részletesen
Kelecsényi István: A harcmezők „nagymacskaí” – a Leopard 2-es harckocsicsalád II. rész
Walther Terézia – Ott István Dániel: Haditechnikai bemutató Budaörsön
Kelecsényi István: A harcmezők „nagymacskaí” – a Leopard 2-es harckocsicsalád III. rész
Dr. Hannel Sándor – Kelecsényi István: Az Airbus H145M könnyű, többcélú helikopter
Tóth Aranka – Kiss Ildikó: Gyors mikrobiológiai kimutató eszközök
Zsitnyányi Attila: KOMONDOR – könnyű páncélvédett bázisjárműcsalád fejlesztése Magyarországon I. rész
Seller Rudolf – Pető Tamás – Dudás Levente – Kovács Levente: Passzív radar I. rész
Józsa Dávid: Hazatértek a Gripenek

Haditechnika-történet

- Horváth Zoltán: Az osztrák–magyar haditengerészet gyorsnaszád fejlesztései II. rész
Kalóczkai Tibor: A magyar katonai ejtőernyőzés története 1945-től napjainkig
Kelecsényi István – Sárhidai Gyula: Akik majdnem megnyerték az Atlanti csatát – A Kriegsmarine U VII. osztályú tengeralattjárói III. rész
Czirók Zoltán: Szentnémedy (Willwerth) Ferenc vezérkari ezredes élete és katonai pályafutása I. rész
Dr. Mújer Péter: A 2. páncélosadosztály harcai 1944 őszétől 1945 tavaszáig
Koncz Imre: Szentnémedy (Willwerth) Ferenc vezérkari ezredes élete és katonai pályafutása – II. rész
Schmidt László: A szovjet GAZ AA tehergépkocsi
Németh Károly: A német LK II és a svéd Strv m/21 típusú harckocsik, valamint magyar vonatkozásaik I. rész
Somkutas Róbert: A Magyar Királyi Honvédség páncélozott eszközökkel felszerelt felderítő csapatai a Barbarossa hadművelet során I. rész
Dr. Pintér István: Bäumlér Ede (1941–2019) – nekrológ
Somkutas Róbert: A Magyar Királyi Honvédség páncélozott eszközökkel felszerelt felderítő csapatai a Barbarossa hadművelet során II. rész
Németh Károly: A német LK II és a svéd Strv m/21 típusú harckocsik, valamint magyar vonatkozásaik II. rész
Kelemen Ferenc: A 15 cm-es 1861M gránát története
Czirók Zoltán: Egy „Puma” vadászpilóta utolsó bevetése
Schmidt László: Seehund osztályú törpe tengeralattjárók – A Keleti-tengerből a drezdai múzeumba
Farkas Zoltán: Lánctalpas futóművek VI. rész
Somkutas Róbert: A Magyar Királyi Honvédség páncélozott eszközökkel felszerelt felderítő csapatai a Barbarossa hadművelet során III. rész
M. Szabó Miklós: A Kárpát-csoport repülőcsoportja 1941. nyári-őszi harcaiból levont tapasztalatok
Farkas Zoltán: Lánctalpas futóművek VII. rész

A Haditechnika folyóirat címlapjai

20



19

CONTENTS

STUDIES

The Possible Use of Mini UAV Swarms with Special Regard to the Military Application, Part 2	2
Mathematical Analysis of 'Longest Kill 2017', Part 1	7

INTERNATIONAL MILTECH REVIEW

AirbusStryker Combat Vehicle Family, Part 3	12
'Valiants' at the Red Square – Tanks and Tank Supporters, Part 4	14
The Wheeled Combat Vehicles Used Today and the Developments of the Past Decades, Part 1	21
The Soviet Lyra-class (NATO code: Alfa) Nuclear Submarines, Part 1	28

SPACE ACTIVITIES

Chinese Space Armaments Experiments, Part 1	35
The Alternative of the Soyuz Spaceship, Part 2	39

DOMESTIC SURVEY

KOMONDOR – The Development of a Light Armor-protected Base Vehicle Family in Hungary, Part 1	44
Passive RADAR, Part 1	51
Hungarian Gripens in the Baltic Countries	56

MILTECH HISTORY

Experiences from the 1941 summer-autumn Fights of the Carpathian Group's Air Group	58
Scout Units of Royal Hungarian Army Equipped with Armoured Vehicles during the Operation Barbarossa, Part 3	63
Tracked Carriages, Part 7	67

A címképünkön: Repülő-műszakiak készítik elő a magyar légierő JAS–39C Gripenjét, a baltikumi légirendészeti misszió során, a litvániai Šiauliai légibázison (Fotó: Rácz Tünde/HM Zrínyi Média.)

Borító 2: Fent: Alfa (éles) riasztás esetén a pilóta a riasztástól számított negyedórán belül levegőbe emeli a magyar légierő JAS–39C EBS Gripenjét Lent: Magyar Gripen a baltikumi légibázison. (Szárnytörővégein két AIM–9L Sidewinder, a szárnytörő alatt két AIM–120C-5 AMRAAM rakétával felszerelve (Fotók: Rácz Tünde/HM Zrínyi Média.)

Borító 3: Fent: Komondor RDO–3932 bázisjárművek. A fejlesztők a bemutatókon kipróbált műszaki megoldások alapján döntenek a járművek végleges kialakításáról Lent: A fejlesztés során az RDO–3932 REC műszaki mentő gépjármű 3 különböző orr-kialakítást kapott. Változott a hossza, a hűtőrács mérete, a levegőbeömlő-nyílás és az első terepszög. A képen a 2. változat látható (Fotók: Zsitányi Attila gyűjteményéből.)

INHALTVERZEICHNIS

STUDIEN

Die Anwendungsmöglichkeiten der mini UAV-Rotten, in besonderer Hinsicht auf die militärische Anwendungen, Teil II.	2
Mathematisches Analyse von „Longest Kill 2017“, Teil I.	7

INTERNATIONALE WEHRTECHNISCHE RUNDSCHAU

Panzerfamilie "Stryker", Teil III.	12
"Degen" auf dem Roten Platz, Teil IV. – Panzer und Unterstützer	14
Heutige Radkampffahrzeuge und ihre Entwicklungen in den letzten Jahrzehnten, Teil I.	21
Die sowjetische Lira-Klassige (NATO-Kode Alfa) atomgetriebene U-Boote, Teil I.	28

RAUMFAHRTTECHNIK

Die Raumrüstungsversuche von China, Teil I.	35
Die Alternative des Raumschiffes Sojus, Teil II.	39

HEIMATSCHAU

KOMONDOR – die Entwicklung der leichten panzierten Basisfahrzeug-familie in Ungarn, Teil I.	44
Passives Radar, Teil I.	51
Ungarische Gripens im Baltikum	56

GESCHICHTE FÜR WEHRTECHNIK

Die Erfahrungen nach der Kämpfe im Sommer und Herbst in 1941 der Flugzeuggruppe der Kárpát-Gruppe	58
Die Panzertruppen der Ungarischen Königlichen Armee während des Unternehmens Barbarossa, Teil III.	63
Kettenlaufwerke, Teil VII.	67

Szerzőink figyelmébe

A szerkesztőség két független lektorral ellenőrizteti a beküldött kéziratokat és plágiumellenőrzésnek veti alá azokat. A cikkeknek tartalmaznia kell: egy max. 6-10 soros összefoglalást és 5 kulcsszót magyar és angol nyelven is, illetve a cím angol nyelvű fordítását. Lapunk szerzőinek nevénél lábjegyzetben fel kell tüntetni: a szerző e-mail címét és Orcid azonosítóját (www.orcid.org oldalon kérhető), továbbá a szerző munkahelyét, intézményi kötődését angol és magyar nyelven (illetve tudományos fokozatát – ha ilyenrel rendelkezik). A kéziratot csak a felhasznált irodalmak megjelölésével fogadjuk el. Ha a hivatkozott irodalmi forrás rendelkezik DOI azonosítóval, azt kérjük feltüntetni. Az irodalmi hivatkozások formája az ISO 690:2010 szabványnak feleljen meg. A hivatkozásokra vonatkozó szabály, hogy egyetlen olyan forrás se szerepeljen a felhasznált irodalom jegyzékében, amelyre a szerző a törzsszövegben nem hivatkozik. A szerzői jogra (copyright) vonatkozó jogok és kötelezettségek, továbbá a tiszteltetlenség a kiadói szerződésben kerülnek szabályozásra. A Haditechnika folyóirat cikkei a szerkesztőség feltölti a Magyar Tudományos Művek Tárába, emellett az elmúlt több mint 50 év lapszámai elérhetők az MTA REAL-J repozitóriumban: <http://real-j.mtak.hu/view/journal/Haditechnika.html>

Előfizetés

Éves előfizetési díj 3120 Ft.

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága, 1008 Budapest, Orczy tér 1. Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőknél,

e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu, faxon: 303-3440, Stúdió könyvesbolt

1138 Bp., Népfürdő u. 15/D, telefon/fax: 359-1964, 359-6461, HM Zrínyi Nonprofit Kft. Ügyfélszolgálat

Budapest II., Filler u. 14. Levélcím: 1276 Budapest 22, Pf. 85 telefon/fax: 212-4540

e-mail: ugyfelszolgalat@topomap.hu További információ: 06 80/444-444

A folyóirat 2005-2015 közötti példányai megrendelhetőek a Zrínyi webshopban (www.hmzrinyi.hu/termekek/magazinok).

A Haditechnika megvásárolható

Lira Könyvárúháza, Récsei Center 1146 Bp., Istvánmezei út 6., telefon: 411-1543

Stúdió könyvesbolt 1138 Bp., Népfürdő u. 15/D, telefon/fax: 359-1964, 359-6461

HM Zrínyi Nkft. Ügyfélszolgálat Budapest II., Filler u. 14.

1087 Budapest Kerepesi út 29/B. Nyitvatartás: H.–P. 9–15 óra www.topomap.hu



IRANYASEREG.HU

A MAGYAR HONVÉDSÉG KARRIEROLDALA

TARTOZZ KÖZÉNK ÉS VÁLASZD A BÁTRAK ÚTJÁT!

